

**Aróz de Lamadrid, Tomás Joaquín**

*Evaluación de índices productivos en lechones destetados alimentados con diferente presentación física de alimentos pre-iniciadores*

**Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria  
Facultad de Ciencias Agrarias**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Aróz de Lamadrid, T. J. 2014. Evaluación de índices productivos en lechones destetados alimentados con diferente presentación física de alimentos pre-iniciadores [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en:  
<http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacion-indices-productivos-lechones.pdf> [Fecha de consulta:.....]

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Ingeniería en Producción Agropecuaria**

**Evaluación de índices productivos en lechones  
destetados alimentados con diferente presentación  
física de alimentos pre-iniciadores.**

**Trabajo final de graduación para optar por el título de:  
Ingeniero en Producción Agropecuaria**

Autor: Tomás Joaquín Aráoz de Lamadrid

Profesor Tutor: Ing. Agr. Daniel Fenoglio

Fecha: 16/07/2014

## **Agradecimientos**

A mi familia y seres queridos.

A Daniel Fenoglio, tutor de éste Trabajo Final de Graduación.

A La Pastoral del Plata S.A. por permitirme realizar los ensayos en la granja. Especialmente a Juan Aráoz de Lamadrid (gerente de producción) y al resto del personal por la buena predisposición.

A Biofarma S.A. por apoyarme en éste ensayo. Especialmente a M.V. Leonardo Bruno, M.V. M.Sc. Diego Lescano e Ing. Agr. Juan Vaudagna.

## Resumen

A lo largo del ciclo completo de la alimentación en el cerdo, la fase más sensible se concentra en el período del pos-destete, en concreto durante las dos o tres primeras semanas (González-Coviella, A. D., 2011). La respuesta productiva de lechones al consumo de alimentos pre-iniciadores durante ésta etapa depende de la presentación física de los mismos, la cual a su vez, influirá en el posterior desempeño del cerdo y en la rentabilidad del sistema. Se realizó un ensayo con el fin de evaluar el desempeño productivo de lechones destetados a los 21 días de vida, frente a distinta presentación física (Harina o Micropellet) de alimentos pre-iniciadores Fase 1 y Fase 2. Se utilizó un DBA unifactorial y se dispuso de 12 camadas (6 réplicas por tratamiento) de 40 lechones cada una aproximadamente, a las cuales se les asignó uno de los dos tratamientos al azar; Harina o Micropellet. El alimento Fase 1 fue suministrado durante los 8 primeros días pos-destete y el Fase 2 durante los 10 días posteriores al fin de consumo de Fase 1. Se registró el Consumo de Ración Diario (CRD), la Ganancia de Peso Diaria (GPD) y la Conversión Alimenticia (CA) al final del consumo de cada Fase de alimentación. La utilización de alimentos pre-iniciadores (Fase 1 y Fase 2) bajo la presentación física Micropellet no evidenció diferencias significativas respecto de la presentación física Harina para los parámetros Consumo de Ración Diario (CRD) y Ganancia de Peso Diaria (GPD) cuando se analizó los índices para el consumo de ambas Fases. Sin embargo, sí se observó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para la Ganancia de Peso Diaria (GPD) cuando se analizó el consumo de alimento Fase 2 por separado. Para la variable Conversión Alimenticia (CA) se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) a favor de la presentación física Micropellet.

# Índice

<b>Resumen.....</b>	<b>3</b>
<b>Índice.....</b>	<b>4</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>Materiales y Métodos.....</b>	<b>9</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>14</b>
<b>Discusión.....</b>	<b>20</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>25</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>26</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>31</b>

## **Introducción**

La carne porcina se ha consolidado como la más consumida en el mundo, con una producción que desde el año 2009 según estimaciones de USDA supera las 100 millones de toneladas. Por su parte, en Argentina, el sector porcino ha venido mostrando un crecimiento sostenido de su producción durante estos últimos diez años, con una tasa de crecimiento interanual del 6.5%. Este importante incremento surge como una respuesta a un cambio sustancial en los consumidores a través de incorporar la carne de cerdo como un alimento de excelente calidad proteica, sano y rico en otros componentes nutricionales de gran valor, desmitificando de esta manera una percepción negativa que el consumidor tenía respecto de la misma. (Millares, P., 2013).

El cambio tecnológico y de gerenciamiento que experimentó el sector porcino en Argentina en los últimos años, dio lugar a la intensificación de los sistemas de producción, la elevada inversión en instalaciones, la incorporación de genética de alto rendimiento y la formulación de raciones equilibradas, con el objetivo de alcanzar índices productivos acordes a los países desarrollados en éste tipo de producción.

Como en muchas otras actividades dedicadas a la producción de carne, la alimentación representa un pilar fundamental en la producción de cerdos. En términos generales, la participación del rubro alimentación en la estructura de costos de la producción porcina ronda el 70%, razón significativamente suficiente para dedicarle una atención especial a este rubro. (Gabosi, H., 2010).

La alimentación de los cerdos debe estar basada en dietas que contengan niveles nutricionales adecuados a la genética, etapa fisiológico-productiva, estado sanitario de los animales y de la unidad de producción porcina, condiciones ambientales en donde estén alojados y al manejo al que estén sometidos los mismos (García-Contreras et al., 2012). La producción de cerdos constituye un ejercicio de intercambio de alimentos por carne de cerdo de alta calidad con el mayor cociente costo/valor que resulte beneficioso. (Whittemore, C., 1993).

Actualmente, el destete a los 21-28 días de edad es una práctica muy común en granjas comerciales intensivas de nuestro país. El destete precoz permite mejorar el estado sanitario del lechón y maximizar el rendimiento reproductivo, lo que resulta en más cerdos destetados por hembra y año. Sin embargo, el destete precoz también implica un aumento de problemas nutricionales, inmunológicos y neuroendocrinos que frecuentemente resultan en un empeoramiento del consumo, el crecimiento y el estado sanitario (Alle, G.L. y Touchette, K.J., 1999). El destete es un período crítico

para el lechón e implica no sólo la separación física de la madre sino también un cambio sustancial en la fuente de nutrientes a los que estaba adaptado (Enckevort et al., 2001). No solamente hay cambios nutricionales, sino también en el ambiente, con diferentes condiciones de temperatura y nuevos compañeros en el cubículo, entre otros (Le Dividich, J., 1998).

Contrariamente a lo que ocurre en condiciones naturales, en el destete temprano los factores psicológicos, sociales y nutrimentales inherentes a esta etapa, interfieren de manera importante en el desarrollo de los animales, particularmente del tracto gastro-intestinal (Lallés et al., 2004). Los lechones recién destetados poseen un menor grado de maduración de la función digestiva, pues su tracto gastro-intestinal aún no produce todas las enzimas necesarias para la digestión de alimentos sólidos (Fowler, W.R., 1980). La leche materna, líquida, altamente digestible y muy bien acoplada a las enzimas del tubo digestivo del lechón, se reemplaza por una dieta sólida, elaborada a base de cereales (fuente de almidón) y de proteínas de origen vegetal (Pluske et al., 1995).

El lechón es el punto de partida en las unidades dedicadas al engorde de ganado porcino. Cualquier alteración del confort nutricional del cerdito tendrá repercusiones sobre parámetros de crecimiento y, en definitiva, en la viabilidad económica de la unidad productiva según señalan varios autores (Huerta 2004; Torrelardona y col., 2001). López y col (1980) afirmaron que la etapa pos-destete constituye la fase más crítica en la vida del cerdo en crecimiento y que en esta fase se debe garantizar una alimentación lo más estricta posible en cuanto calidad sanitaria y en principios nutritivos de fácil digestión, para que de esta forma el animal pueda salvar este período en el menor tiempo posible y con mejores resultados productivos.

La nutrición del lechón entre el destete y los 49 días de edad es importante en esa misma etapa, pero también tiene una influencia decisiva en los resultados del periodo de crecimiento y finalización y por tanto, en la rentabilidad de todo el sistema. Dicho periodo tiene una duración de 28 días y es cubierto por los alimentos llamados Pre-iniciadores, que sólo representan el 5% del consumo total de alimento desde el destete hasta el mercado. (Águila, R., 2010). En un plan de alimentación por fases, éstos son los dos primeros alimentos (Fase 1 y Fase 2) que recibe el lechón inmediatamente luego del destete.

El concepto original de los pre-iniciadores comprende el uso de alimentos muy digestibles hasta los 49 días de edad; esta recomendación está fundamentada en el

tiempo que tarda en madurar el sistema digestivo del lechón destetado (enzimas, vellosidades intestinales, crecimiento de vísceras). Además, debe considerarse que se trabaja con lotes semanales de cerdos donde hay animales muy pequeños (menos de 4 kg al destete). (Águila, R., 2011).

El crecimiento acelerado en el pos-destete origina un mejor desempeño en crecimiento y finalización; por tanto menos tiempo para alcanzar el mismo peso, lo que resulta en menor consumo de alimento para el mismo peso e implica una mejor conversión alimenticia. Todo redundando en un menor costo de alimentación por kg ganado de peso. (Águila, R., 2010).

La capacidad de ingestión es muy limitada en los primeros días post-destete, siendo frecuente la pérdida de peso en este período. El factor clave que limita la capacidad de ingesta es la digestibilidad del alimento (Tolplis y Tibble, 1995).

El procesado de ingredientes y alimentos terminados es una práctica común de la industria de alimentos compuestos por sus efectos beneficiosos sobre la productividad. Los procesos tecnológicos más utilizados son la molienda, el pelletizado y el procesamiento térmico a altas temperaturas (>90 °C). La aplicación de estas técnicas afecta la fisiología digestiva y la composición de la microflora intestinal y por tanto a la productividad. La influencia de las condiciones del proceso (tamaño y uniformidad de las partículas tras la molienda, temperatura de acondicionamiento y tamaño y calidad del pellet producido, y temperatura, tiempo, humedad, presión y fricción aplicados a ingredientes y alimentos terminados durante el procesamiento térmico) sobre la rentabilidad de las explotaciones no está clara. Parte del problema radica en que los efectos de estos factores tecnológicos están interrelacionados y dependen de la composición del alimento y de la edad y el estatus sanitario de los animales (Kaldhusdal, 1999; Mateos et al., 2004).

El pelletizado puede ser definido como una aglomeración de partículas molidas de un ingrediente o de una mezcla de ingredientes, por medio de procesos mecánicos, en combinación con humedad, presión y calor (Bellaver et al., 2000). El proceso de pelletizado puede desnaturar proteínas, gelatinizar una pequeña fracción del almidón, incrementar la viscosidad de la dieta y destruir algunas vitaminas. Algunos de éstos cambios químicos pueden mejorar el valor nutricional de la dieta a través de un aumento en la disponibilidad de proteína y almidón, mientras que otros cambios pueden ser negativos a través de la formación de nuevos enlaces en proteínas y almidón, aumento de la viscosidad y la destrucción de enzimas exógenas y vitaminas (Svihus et al., 2011). Las raciones pelletizadas son utilizadas en la alimentación

animal ya sea por su facilidad en el manejo como por mejorar la eficiencia alimentaria (Schmidt et al., 2004). La ventaja que se obtiene al pelletizar en los índices de conversión se debe en parte a la mejora de la digestibilidad de los nutrientes (Smits et al., 1994) y en parte a la reducción de pérdidas de alimento (Medel et al., 2004). También, en Cuba se han realizado diversos trabajos sobre la pelletización del alimento y se ha encontrado una mejora en las ganancias de peso (Mora y col., 1986), además de las amplias ventajas sanitarias que proporciona este proceso (Ferrer y col., 1990). García y Silveira (1995), también evaluaron el consumo de ración y la ganancia de peso en lechones desde el destete hasta los 70 días de edad y no encontraron diferencias significativas entre formas físicas en harina y pelletizada. Analizando el costo medio de kg de peso vivo producido durante el período experimental (28 a 70 días de edad de los lechones), concluyeron que los lechones alimentados con ración pelletizada tuvieron un costo menor de 7,33% que los alimentados con ración en harina, y que se debió a una mejor conversión alimenticia obtenida en ese tratamiento.

Así mismo, Hancock (1999), estableció que el uso del alimento de cerdos en forma de pellet disminuye la segregación de los ingredientes en los alimentos, aumenta la densidad de volumen, reduce la cantidad de polvo en el alimento y mejora las características de manejo de los alimentos. Además, elimina los problemas de compactación en los comederos, brinda más facilidad en el manejo de los alimentos, mejora los rendimientos productivos y la digestibilidad de los nutrientes.

## **Objetivos**

El objetivo de éste trabajo fue evaluar el efecto que tienen las diferentes presentaciones físicas (Harina y Micropellet) de alimentos pre-iniciadores Fase 1 y Fase 2, sobre el desempeño productivo de lechones destetados a los 21 días de vida, a través del análisis de distintos índices productivos como; Consumo de Ración Diario (CRD), Ganancia de Peso Diaria (GPD) y Conversión Alimenticia (CA), con el fin de optimizar la alimentación pos-destete y el posterior desempeño de los cerdos.

## Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en una granja intensiva de producción de cerdos, de 140 madres, propiedad de La Pastoral del Plata S.A., ubicada en el partido de San Andrés de Giles (provincia de Buenos Aires).

La granja está conformada por 6 galpones, que si bien están ubicados todos en un único sitio, en cada uno de ellos se lleva a cabo una etapa distinta del proceso productivo.

1. Galpón de Alimentos: acopio, molienda y mezcla de materias primas para la elaboración de alimentos utilizados en la granja.
2. Cachorrera, Padrillera, Laboratorio y oficina: en éste galpón se alojan las cachorras de reposición y padrillos, se lleva a cabo la extracción de semen y preparación de dosis de inseminación artificial, y se realizan tareas administrativas.
3. Gestación: aloja a las cerdas que están atravesando el período de gestación, desde que son inseminadas hasta 3 días previos a su fecha de parto.
4. Maternidad: aloja a las cerdas provenientes del galpón de Gestación, y que luego del parto estarán en fase de lactancia (hasta los 21 días pos-parto, momento en que son destetadas).
5. Recría: aloja a los lechones que son destetados, quienes al ser separados de su madre pasan a alimentarse de dietas sólidas. Están en éste galpón desde el destete hasta el día 70 de vida aproximadamente.
6. Engorde: aloja a los cerdos provenientes del galpón de Recría. Están en éste galpón desde su llegada desde Recría (70 días de vida aproximadamente) hasta edad de faena (154 a 168 días de vida).

Puntualmente, el ensayo fue llevado a cabo en el galpón de Recría, el cual consta de 6 salas (denominadas A, B, C, D, E y F) separadas por pared unas de otras, conformando así 6 ambientes individuales (Anexo I). A su vez, cada sala está dividida interiormente mediante un separador de hierro en 2 pistas de iguales dimensiones (Ejemplo: la sala A se divide en A1 y A2). La dimensión de cada pista es de 16 m<sup>2</sup>, con lo cual, tienen capacidad para alojar hasta 45 lechones, respetando un valor de densidad adecuado de 0.35 m<sup>2</sup> por lechón, sin afectar el desempeño productivo de los mismos.

Todos los jueves de la semana se destetan entre 70 a 90 lechones provenientes del galpón de Maternidad y que pasan a ser alojados en una sala (2 pistas) del galpón de Recría, previamente lavada y desinfectada.

Cada pista está equipada con piso full-slat plástico, con fosa debajo para el depósito de los efluentes que se van generando durante el proceso de recría, comedero fijo regulable, 2 comederos plásticos de apoyo (éstos son retirados el séptimo día posterior al destete), chupetes para el consumo de agua, bebederos de apoyo (retirados el cuarto día posterior al destete) y 3 lámparas infrarrojas y cortinas laterales regulables para el control de la calidad ambiental.

La alimentación se realiza en forma manual. Los alimentos utilizados en ésta etapa, al igual que en las demás, son adquiridos a Biofarma S.A. y suministrados siguiendo el plan de alimentación recomendado.

Alimentos utilizados en la etapa de Recría y recomendaciones de uso:

- Fase 1 (Nursery): 2 kg/lechón o desde el destete hasta 8 kg de peso vivo o 30 días de vida.
- Fase 2 (Transición): 5 kg/lechón o desde 8 a 12 kg de peso vivo.
- Fase 3 (Inicial): 10 kg/lechón o desde 12 a 20 kg de peso vivo.
- Fase 4 (Recría): 20 kg/lechón o desde 20 a 32 kg de peso vivo.
- Desarrollo 1: una vez finalizado el consumo de Fase 4.

La genética utilizada en la granja corresponde en su totalidad (tanto madres como padrillos) a la empresa Choice Genetics<sup>®</sup>. Las madres utilizadas son Naïma y el padrillo Neckar.

### **Ensayo**

Se analizaron 2 formas diferentes de presentación física (Harina Vs. Micropellet) de los alimentos pre-iniciadores (Fase 1 y Fase 2).

Cada semana correspondiente al ensayo se destetaron aproximadamente 80 lechones a los 21 días de vida, provenientes de entre 6 a 8 cerdas, conformando así un grupo de lechones semanal que dividido en dos, dio lugar a 2 camadas de 40 lechones cada una, que conformaron la unidad experimental a partir de las cuales se aplicaron los tratamientos y realizaron las evaluaciones correspondientes. De ésta manera cada grupo semanal de lechones fue alojado en una sala del Galpón de Recría, conformando un bloque, ocupando cada camada de aproximadamente 40 lechones

(unidad experimental) una pista de la sala. Se asignó a cada camada uno de los 2 tratamientos al azar:

- Tratamiento 1: Fase 1 y Fase 2 Harina
- Tratamiento 2: Fase 1 y Fase 2 Micropellet

Se dispuso de 6 réplicas por cada tratamiento.

**Tabla 1.** N° de lechones por tratamiento y bloque.

Bloque	Tratamiento	
	Harina	Micropellet
1	41	41
2	32	33
3	34	35
4	37	36
5	45	44
6	42	41
<b>Total</b>	<b>231</b>	<b>230</b>

Se suministró, independientemente del tratamiento, el alimento Fase 1 durante los primeros 8 días posteriores al destete (en vez de presupuestar 2 kg/lechón, metodología que utiliza la granja normalmente, según la recomendación de la empresa de nutrición de alimentación por presupuestos) y el alimento Fase 2 durante los 10 días posteriores al fin de consumo de alimento Fase 1 (en vez de presupuestar 5 kg/lechón), con el objetivo de analizar la capacidad de consumo de cada alimento y evitar deficiencias nutricionales a causa de un menor consumo del alimento correspondiente a la edad del lechón ya sea por las mayores pérdidas que puedan tener lugar en algún tratamiento o a causa de comederos mal regulados, situación que podría ocurrir si se ofrecieran los alimentos por presupuestos.

**Tabla 2.** Días de consumo y Edad (días) durante el consumo de alimentos Fase 1 y Fase 2 para ambos tratamientos.

	Fase 1	Fase 2
Días de consumo	8	10
Edad (días) durante el consumo	21 - 29	29 - 39

El alimento utilizado en ambos tratamientos (Harina y Micropellet) fue producido en una misma partida de fabricación, con lo cual su composición nutricional fue la misma (Anexo II), la única diferencia fue la presentación física. El Diámetro Geométrico Medio de partícula (DGM) de la Harina fue de 300 micras, mientras que los Micropellets tuvieron un diámetro de 2 mm.

El ensayo se llevó a cabo mediante un Diseño en bloques al azar (DBA), con el fin de atenuar posibles efectos del tiempo entre repeticiones de los tratamientos, teniendo en cuenta que no todas las repeticiones se iniciaron simultáneamente en el tiempo.

Se realizaron pesadas de todas las camadas utilizando una balanza electrónica de 6 m<sup>2</sup>, pesando así la totalidad de los animales que conformaron cada camada, evitando de ésta manera muestreos. Los momentos en los que se registraron pesos fueron: al destete (peso de inicio), a los 8 días pos-destete (fin de consumo de Fase 1) y a los 18 días pos-destete (fin de consumo de Fase 2). A su vez, se realizaron pesadas de alimento remanente de los comederos una vez finalizado el consumo de Fase 1 y el de Fase 2. A través de los datos recolectados se determinaron, tanto para el fin de consumo de Fase 1 como de Fase 2 y la sumatoria de ambas fases y para cada tratamiento; el Peso promedio por lechón, Ganancia de Peso Diaria (GPD), Consumo de Ración Diario (CRD) y la Conversión Alimenticia (CA). A si mismo se registraron las temperaturas máximas y mínimas diarias y la amplitud térmica correspondiente en cada sala (bloque), utilizando para esto un termómetro de máxima y mínima. También se registraron los animales muertos y dados de baja durante el experimento, y su peso.

La inclusión de los lechones muertos durante el ensayo para el cálculo de los parámetros mencionados anteriormente se realizó sumando el peso del muerto al total de kg producidos por la camada (a la cual pertenecía) al final del consumo de la Fase correspondiente. La cantidad de alimento consumida por lechón también se consideró incluyendo al animal muerto en el cálculo.

**Tabla 3.** Características del ensayo.

<b>Diseño</b>	DBA
<b>Unidad experimental</b>	Camada de 40 lechones
<b>Factor 1</b>	Presentación física del alimento
<b>Niveles del Factor 1</b>	2 (Harina y Micropellet)
<b>Factor 2</b>	Bloques (Salas)
<b>Niveles del Factor 2</b>	6

<b>Replicas</b>	6
<b>Variables respuesta</b>	CRD (kg/día) GPD (kg/día) CA (kg alimento/kg peso vivo)

\*CRD: Consumo de Ración Diario - GPD: Ganancia de Peso Diaria - CA: Conversión Alimenticia.

Los resultados para cada una de las variables respuesta fueron analizados mediante un Análisis de Varianzas (ANOVA). Se consideraron significativas aquellas pruebas con  $p < 0.05$ . Vale aclarar que actualmente algunos investigadores están utilizando nivel de significancia de 0.1 para hablar de "tendencia" de la diferencia entre los tratamientos, es decir, que con p-valores  $< 0.1$  se pueden hacer discusiones en términos de una posible diferencia entre las medias (solamente una tendencia de significancia), pero no una constatación estadística de las diferencias. La razón por la cual comenzó a utilizarse 0.1 como nivel de significancia para hablar de tendencia radica en que con valores de significancia de 0.05, se requerirían gran cantidad de repeticiones por tratamiento para obtener pruebas estadísticas con potencia adecuada, lo cual es inviable desde el punto de vista económico y práctico en ensayos realizados en condiciones de granjas comerciales.

Para todas las variables que se evaluaron se probaron los supuestos del modelo mediante gráficos de puntos para observar paralelismo entre los bloques. Se realizó la prueba de normalidad mediante gráficos Q-Q Plot y analíticamente por la prueba de Shapiro – Wilks. La Homocedasticidad se verificó realizando gráficos de dispersión de residuos.

Todos los análisis estadísticos y gráficos fueron realizados utilizando el programa InfoStat Versión Estudiantil (FCA, Universidad Nacional de Córdoba).

[www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar)

## Resultados

En la tabla 4 se muestran los promedios para las 6 camadas de cada tratamiento, de las variables Peso al destete y Días de lactancia al momento de inicio del ensayo.

**Tabla 4.** Valores promedio de Peso al destete y Días de lactancia al momento del destete (inicio del ensayo).

Variable	Presentación física del alimento		p-valor
	Harina	Micropellet	
Peso al destete (kg/lechón)	6,2 (5,53) <sup>A</sup>	6,39 (6,26) <sup>A</sup>	0,1366
Días de lactancia (días)	21,34 (2,06) <sup>A</sup>	21,54 (1,67) <sup>A</sup>	0,4440

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

Valores entre paréntesis indican Coeficiente de Variación (%).

Como puede observarse en la Tabla 4, no se encontraron diferencias significativas para las variables Peso al destete (peso inicial) y Días de lactancia al destete entre las camadas (unidad experimental) asignadas a cada tratamiento, lo que determina que fueron homogéneas al momento de inicio del ensayo.

### Confort Ambiental – Temperatura.

En la Tabla 5 se observan los valores promedio de Temperatura (T°) Máxima (Máx), Mínima (Mín) y Amplitud Térmica para cada bloque (réplica). También se señala el mes del año en que fueron realizados los ensayos para cada bloque.

**Tabla 5.** Valores promedios de T° Máxima, T° Mínima y Amplitud térmica para cada bloque.

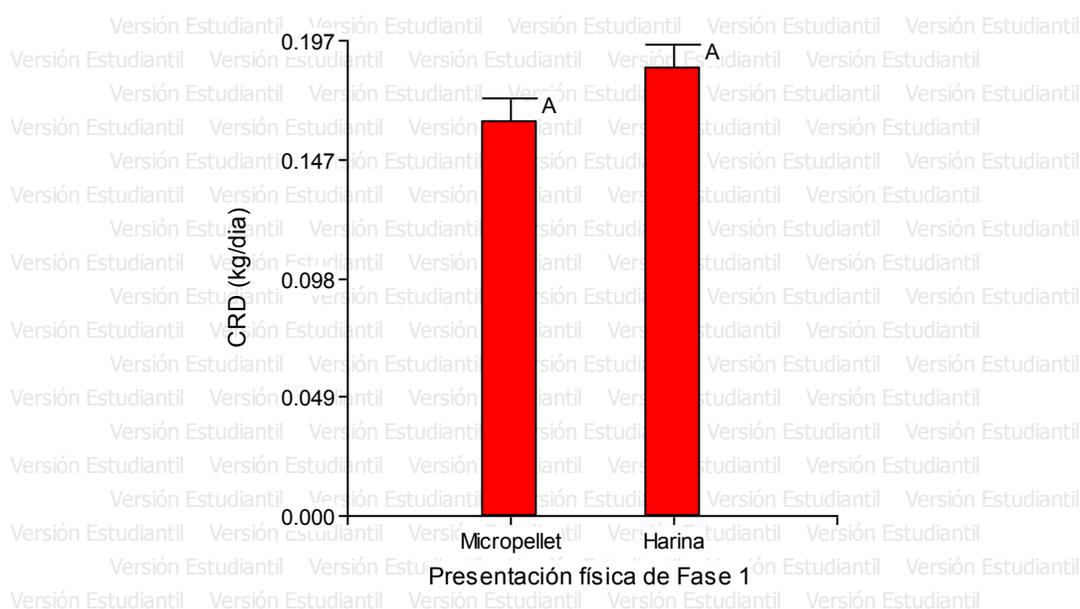
Bloque	Mes del año	T° Máx Promedio (°C)	T° Mín Promedio (°C)	Amplitud Térmica Promedio (°C)
1	Ago	23.5 (2.1)	14.6 (2.4)	8.9 (2.8)
2	Ago - Sep	24 (2.7)	17 (3.1)	7 (2.5)
3	Sep	23 (1.5)	17.2 (2.3)	5.8 (2.2)
4	Oct	28.7 (1.7)	21 (2)	7.7 (1.1)
5	Nov - Dic	31.8 (1.5)	23.9 (1)	7.9 (1.3)
6	Dic - Ene	29.9 (2)	23.2 (1.5)	6.7 (1.5)

Valores entre paréntesis indican Desvío estándar (°C).

Como se muestra en la Tabla 5 los valores de temperatura y amplitud térmica no fueron los óptimos para lechones destetados a los 21 días de vida (Anexo IV), lo cual se considera, explica parte de los índices productivos observados durante el ensayo, sobre todo para el consumo de alimento Fase 1.

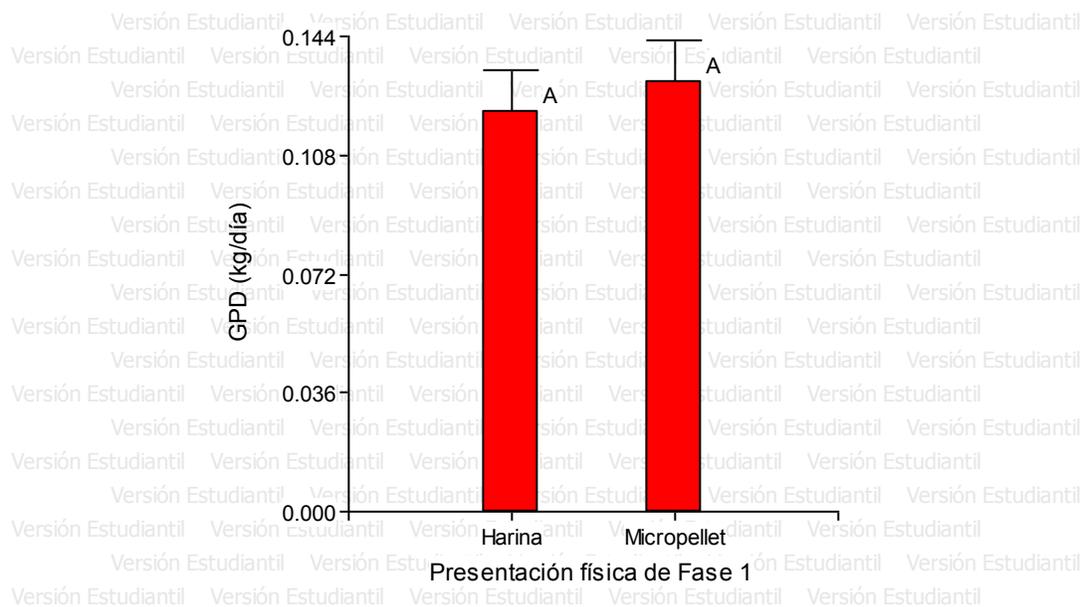
### Alimento Pre – iniciador Fase 1

No se observaron diferencias significativas entre tratamientos para la variable Consumo de Ración Diario (kg/día) durante el consumo de alimento Fase 1. El CRD para el tratamiento Harina fue de 0.19 kg/día mientras que para el tratamiento Micropellet fue de 0.16 kg/día (Figura 1), lo que representa una diferencia de 18.7%.



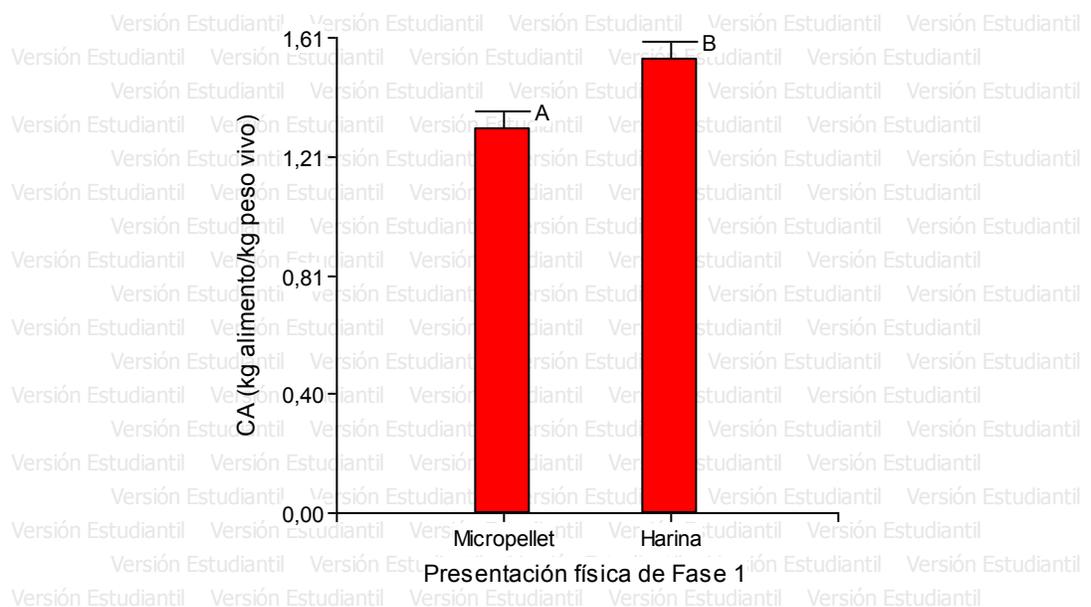
**Figura 1.** Efecto de la presentación física del alimento Fase 1 sobre el Consumo de Ración Diario (kg/día). Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

No se observaron diferencias significativas entre tratamientos para la variable Ganancia de Peso Diaria (kg/día) durante el consumo de alimento Fase 1. La GPD para el tratamiento Harina fue de 0.12 kg/día mientras que para el tratamiento Micropellet fue de 0.13 kg/día (Figura 2), lo que representa una diferencia de 8.3%.



**Figura 2.** Efecto de la presentación física del alimento Fase 1 sobre la Ganancia de Peso Diaria (kg/día). Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

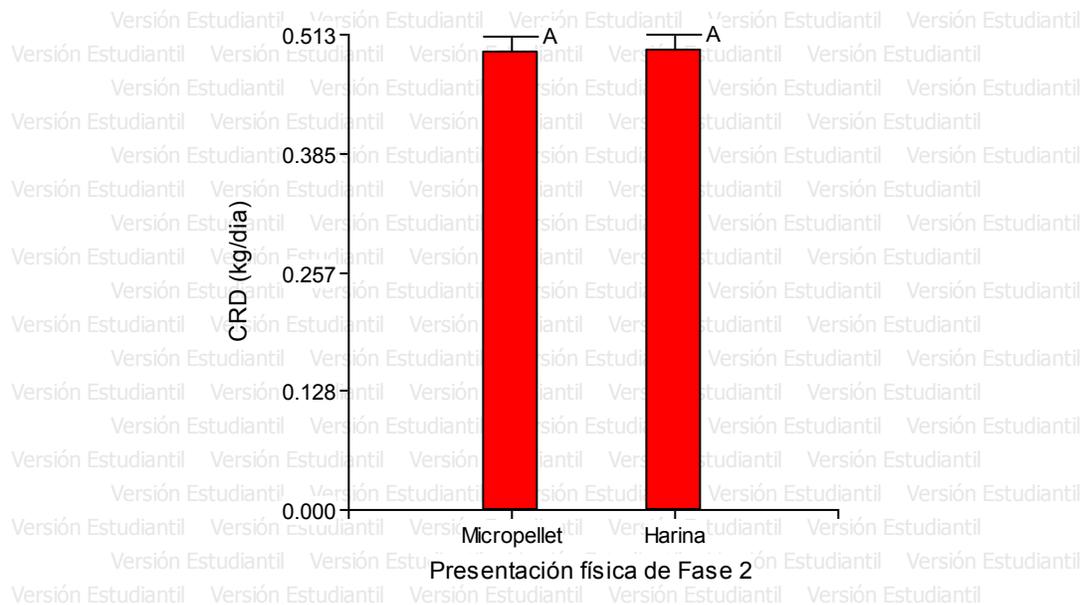
Para la variable Conversión Alimenticia, se observaron diferencias significativas entre tratamientos durante el consumo de alimento Fase 1. Siendo la CA de 1.54 kg de alimento/kg de peso vivo para el tratamiento Harina y de 1.30 kg de alimento/kg de peso vivo para el tratamiento Micropellet (Figura 3), lo que representa una diferencia de 18.4%.



**Figura 3.** Efecto de la presentación física del alimento Fase 1 sobre la Conversión Alimenticia (kg alimento/kg peso vivo). Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

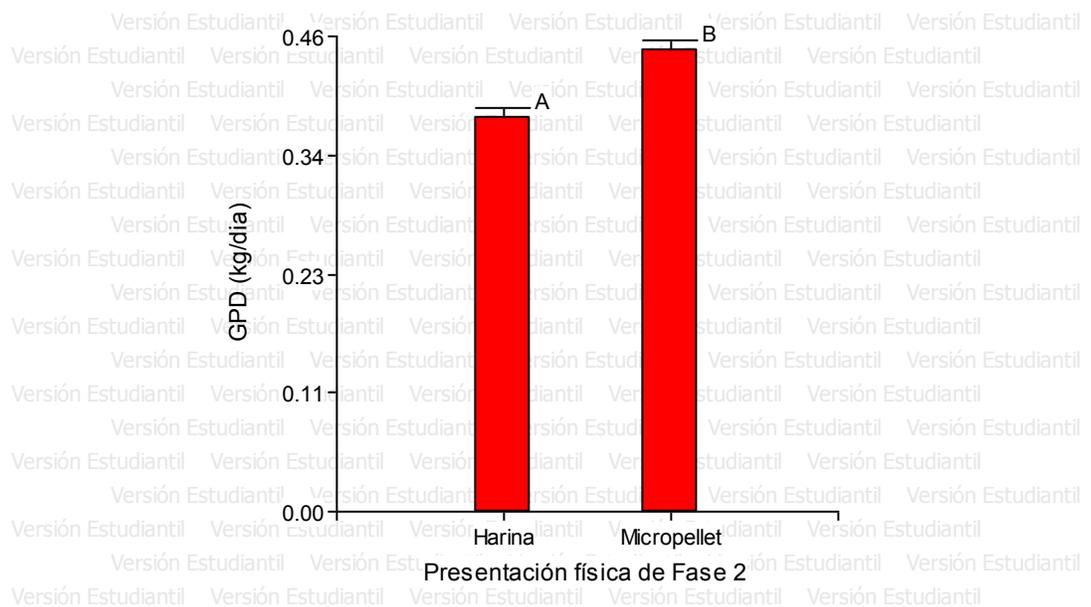
Alimento Pre – iniciador Fase 2

No se observaron diferencias significativas entre tratamientos para la variable Consumo de Ración Diario (kg/día) durante el consumo de alimento Fase 2. El CRD para el tratamiento Harina fue de 0.50 kg/día mientras que para el tratamiento Micropellet fue de 0.49 kg/día (Figura 4), lo que representa una diferencia de 2%.



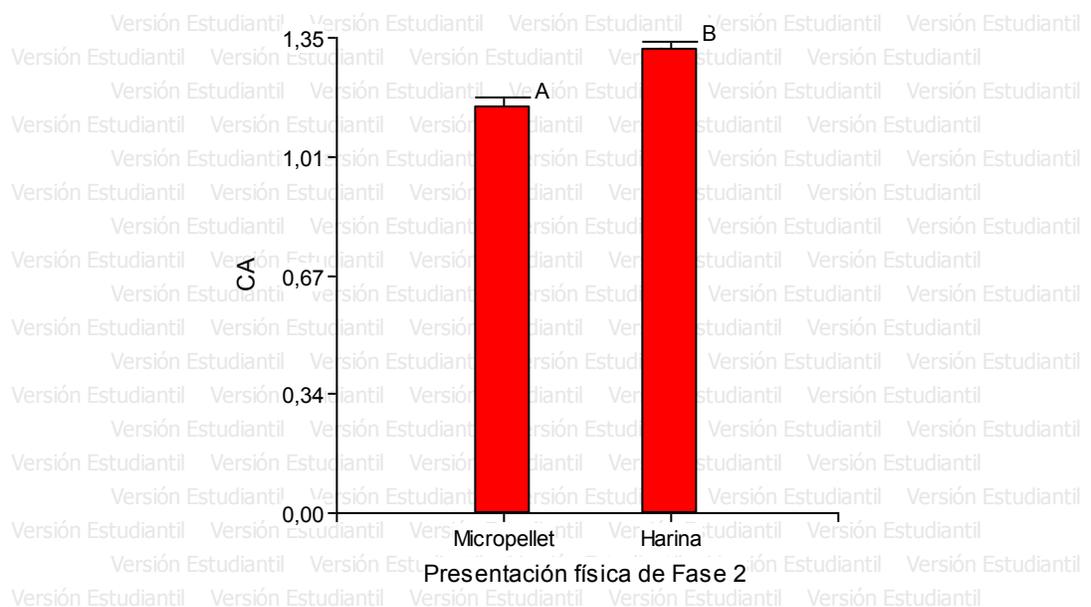
**Figura 4.** Efecto de la presentación física del alimento Fase 2 sobre el Consumo de Ración Diario (kg/día). Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

Para la variable Ganancia de Peso Diaria (kg/día), se observaron diferencias significativas entre tratamientos durante el consumo de alimento Fase 2. Siendo la GPD de 0.38 kg/día para el tratamiento Harina y de 0.44 kg/día para el tratamiento Micropellet (Figura 5), lo que representa una diferencia de 15.8%.



**Figura 5.** Efecto de la presentación física del alimento Fase 2 sobre la Ganancia de Peso Diaria (kg/día). Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

Para la variable Conversión Alimenticia, se observaron diferencias significativas entre tratamientos durante el consumo de alimento Fase 2. Siendo la CA de 1.31 kg de alimento/kg de peso vivo para el tratamiento Harina y de 1.15 kg de alimento/kg de peso vivo para el tratamiento Micropellet (Figura 6), lo que representa una diferencia de 13.9%.



**Figura 6.** Efecto de la presentación física del alimento Fase 2 sobre la Conversión Alimenticia (kg alimento/kg peso vivo). Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

*Total (incluye Fase 1 y Fase 2)*

En la Tabla 6 se muestra para ambos tratamientos los valores promedio de las variables Consumo de Ración Diario (kg/día), Ganancia de Peso Diaria (kg/día) y Conversión Alimenticia (kg de alimento/ kg de peso vivo), incluyendo el consumo de ambos alimentos pre-iniciadores (Fase 1 y Fase 2). También se observan las diferencias entre tratamientos expresadas en %.

**Tabla 6.** Valores promedio totales (Fase 1 y 2) de las variables CRD (kg/día), GPD (kg/día) y CA (kg alimento/kg peso vivo) para los tratamientos Harina y Micropellet.

Variable	Presentación física del alimento		p-valor	Diferencia (%)
	Harina	Micropellet		
CRD (kg/día)	0,36 (3,05) <sup>A</sup>	0,35 (9,48) <sup>A</sup>	0,7203	2,8
GPD (kg/día)	0,26 (6,08) <sup>A</sup>	0,30 (10,55) <sup>A</sup>	0,0586	15,4
CA (kg alimento/kg peso vivo)	1,36 (3,28) <sup>A</sup>	1,17 (2,46) <sup>B</sup>	0,0002	16,2

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).  
Valores entre paréntesis indican Coeficiente de Variación (%).

## Discusión

Independientemente del tratamiento analizado, las camadas mostraron un desempeño productivo inferior al esperado durante el consumo de Fase 1 principalmente, evidenciado por las diferencias entre los parámetros evaluados y los esperados para ésta etapa (Anexo III). Es probable que parte de esto esté relacionado a la no utilización de papillas durante los primeros días pos-destete como práctica de adaptación al consumo de alimentos sólidos. Según Casanovas (2006) el uso de papillas incita al consumo y permite que la transición de alimento sólido a leche sea menos brusca, el lechón empieza a comer antes, mantiene la integridad del intestino (mejor absorción de nutrientes), reduce la aparición de diarreas y mejora los rendimientos. Coincidiendo con esto, según Mavromichalis (2011), investigadores suecos demostraron recientemente que la alimentación líquida aumentaba el consumo de alimento en hasta un 30% durante las dos primeras semanas pos-destete.

Sin embargo se cree que el factor que mayor influencia pudo haber tenido sobre el bajo desempeño productivo para el alimento Fase 1 fue la baja temperatura registrada durante el ensayo en algunas salas (Anexo IV). En relación a esto, Faure et al., (2012) trabajando con 84 lechones sometidos a dos tratamientos durante el post-destete: baja temperatura (F: de 23 °C a 15 °C) o termoneutralidad (T: de 28 °C a 23°C), determinaron que alojar a los animales a temperaturas bajas durante la transición conllevó a un mayor consumo de alimento y a una reducción en el índice de crecimiento, eficiencia alimentaria y adiposidad de la canal en comparación con los lechones alojados a temperatura termoneutral. En coincidencia, Maenz et al, (1994) encontraron que lechones mantenidos a 21 °C durante los primeros 10 días pos-destete crecieron un 33% menos con un 53% más de consumo de alimento que aquellos alojados a 29 °C. Además de las bajas temperaturas, la gran amplitud térmica registrada, es otro factor que también pudo haber tenido efectos sobre el bajo desempeño de los animales. Estudios realizados por Kurihara et al, (1996) y Le Dividich (1981) han demostrado que la gran variación de temperatura diaria (mínimo y máximo) tiene un impacto negativo en el rendimiento. Kurihara et al (1996) comparó los cerdos en un promedio de 58 días de edad en un ambiente constante de 21 °C con cerdos que tenían una variación de 3 °C alrededor de 21 °C y con cerdos con 6 °C de variación alrededor de 21 °C. El consumo de alimento de los lechones se redujo en un 14% bajo las condiciones fluctuantes altas, mientras que hubo una reducción del 3% en las condiciones de baja fluctuación resultante en un menor rendimiento en ambos tratamientos.

En éste ensayo puntualmente, el Consumo de Ración Diario (CRD) para el alimento Fase 1 fue bajo para ambos tratamientos (0.19 kg/día y 0.16 kg/día para Harina y Micropellet respectivamente) y se cree que en gran medida esto estuvo influenciado

por las bajas temperaturas (Máx. y Mín.) y la gran amplitud térmica. Si bien la temperatura debajo de las lámparas infrarrojas pudo ser la adecuada, no fue así en el resto de la sala, sobre todo en la zona del comedero (zona donde se colocó el termómetro de máxima y mínima). Esta situación fue observada al realizar las recorridas diarias, en las que se podía notar como los lechones se agrupaban debajo de las lámparas infrarrojas. Se cree que éste comportamiento pudo haber afectado el Consumo de Ración Diario (CRD), ya que los lechones permanecían por más tiempo en la zona de confort térmico, acercándose menos al comedero. Si se analiza las T° Máximas y Mínimas para los bloques 4,5 y 6, éstas fueron más adecuadas, pero aún con gran amplitud térmica, lo que pudo haber determinado el bajo Consumo de Ración Diario (CRD). Como es de esperar, un menor consumo de alimento conllevó a una menor Ganancia de Peso Diaria (GPD) y una peor Conversión Alimenticia (CA) ya que al reducirse el consumo de alimento, mayor proporción de los nutrientes consumidos han tenido como destino funciones de mantenimiento y una menor proporción fue destinada al crecimiento (ganancia de peso). Por otro lado, durante el consumo de Fase 2 los parámetros fueron los esperados y las temperaturas mínimas aún bajas, con gran amplitud diaria, lo que hace pensar que una correcta adaptación al consumo de alimentos sólidos, sobre todo los primeros días post – destete (momento en que consumen Fase 1), ya sea en forma de papilla u otra práctica, toma gran importancia junto con el confort térmico para un adecuado desempeño del lechón en ésta etapa.

#### *Consumo de Ración Diario (CRD)*

La utilización de alimentos pre-iniciadores bajo la presentación física de Micropellet no evidenció diferencias significativas en cuanto al Consumo de Ración Diario (CRD) respecto del alimento suministrado en forma de Harina, siendo prácticamente igual para ambos tratamientos (0.36 kg/día Harina contra 0.35 kg/día Micropellet). Dicha diferencia representa un aumento del 2.8% en el CRD para el tratamiento Harina respecto al tratamiento Micropellet. Pond y Maner (1976) afirman que el pelletizado no aumenta el consumo de alimento, pudiendo inclusive reducirlo en un 1 a 2%. Miyada et al. (1992) también concluyeron que la pelletización proporciona una reducción del consumo diario de alimento. Moreira et al. (1992), trabajando con 80 lechones destetados a los 21 días y criados hasta la edad de 42 días, utilizando ración en forma de harina y pelletizada, observaron que el consumo diario de la ración harina fue mayor, 450,42 gramos y el de pelletizada menor, 405,07 gramos. Los autores consideran la diferencia un reflejo del mayor desperdicio de la ración harina, que fue de 7,36%, mientras que en la pelletizada fue de 2,54%, calculados en función

del consumo. En contraposición, Van Spaendonck y Van Schoubroek (1966) concluyeron que ocurre mayor consumo de alimento cuando los animales reciben alimento pelletizado. Igualmente, Dexamir y Georgescu (1982), cuando compararon dietas en harina y pelletizadas, para lechones de 8 a 35 días de vida, concluyeron que el mayor consumo diario fue para la forma pelletizada.

Si bien no se evaluaron pérdidas de alimento en éste ensayo, se cree que el tratamiento Harina pudo haber tenido menor consumo real de alimento, debido a mayores desperdicios (adherencia en morro y patas), sobre todo analizando que cuando se considera el consumo total de alimento (Fase 1 y Fase 2), el Consumo de Ración Diario (CRD) fue muy similar entre tratamientos y hubo diferencias significativas en la Conversión Alimenticia (CA) y una diferencia (aunque no estadísticamente significativa) de 15.4% en la Ganancia de Peso Diaria (GPD). E incluso, cuando se analiza el consumo de Fase 2, se observó diferencias significativas tanto para la Ganancia de Peso Diaria (GPD) como para la Conversión Alimenticia (CA) siendo el Consumo de Ración Diario (CRD) para dicha Fase de 0.49 kg/día y 0.50 kg/día para los tratamientos Micropellet y Harina respectivamente.

#### *Ganancia de Peso Diaria (GPD)*

En cuanto a la Ganancia de Peso Diaria (GPD), si bien no se encontraron diferencias significativas cuando se analizaron los datos incluyendo la suma de ambos alimentos (Fase 1 y Fase 2), se observó una mejora del 15.4% a favor del tratamiento Micropellet. Por otro lado, cuando se analizó por separado ambas fases, se encontraron diferencias significativas para el consumo de Fase 2, siendo la GPD superior en un 15,8% para el tratamiento Micropellet. Vanschobroek y De Wilde (1971) encontraron en su trabajo de revisión que el pelletizado mejoraba el crecimiento en cerdos en crecimiento-terminación en torno a un 3%. Baird (1973) y Wondra et al. (1995) informan que el pelletizado mejora las ganancias de peso, mientras que el NCR- 42 (1969), Skoch et al. (1983) y Medel et al. (2004) no observan beneficio alguno a este particular. En concordancia con éstos últimos, Miyada et al. (1992), estudiando diferentes niveles de inclusión de levadura seca en raciones pelletizadas y harina para lechones, concluyeron que la forma física del alimento no influyó la ganancia diaria de peso, que fue de 544 gr para el pelletizado y 524 gr para la harina. En línea con éstos resultados, Moreira et al. (1992) no observaron diferencia significativa ( $P \geq 0,05$ ) en la ganancia de peso cuando compararon raciones pelletizada y harina. Parte de la mejora observada para

el tratamiento Micropellet podría ser explicada por la mejora en la calidad nutritiva como resultado del proceso de pelletización.

El p-valor obtenido en el Análisis de Varianzas (ANOVA) para la variable Ganancia de Peso Diaria (GPD), incluyendo ambos alimentos (Fase 1 y Fase 2), fue 0.0586, lo cual si bien determina que las diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $p>0.05$ ), marca cierta tendencia ( $p<0.1$ ) en la Ganancia de Peso Diaria (GPD) a favor del tratamiento Micropellet.

### Conversión Alimenticia (CA)

Hubo efecto de la presentación física de los alimentos pre-iniciadores sobre la Conversión Alimenticia (CA), observándose diferencias significativas tanto para el análisis por separado de alimentos Fase 1 y 2 como para su análisis en conjunto. Se encontró un incremento de la Conversión Alimenticia (CA) de 16.2% para el tratamiento Harina respecto del tratamiento Micropellet. Esta mejora a favor del Micropellet podría deberse en parte a una mejora en la calidad nutricional debido al proceso de pelletización, proceso que normalmente mejora la digestibilidad (Medel et al., 2004) y la eficiencia alimenticia (Braude et al., 1960; Vanschoubroek et al., 1971; Skoch et al., 1983; Traylor et al., 1996 a), especialmente en animales jóvenes (Traylor et al., 1996 b, Medel et al., 2004). Según Falk (1985) y Moran (1987) la pelletización mejora la conversión alimenticia debido a la combinación de humedad, calor y presión, que gelatinizan o rompen la estructura de las partículas de los alimentos, mejorando así la utilización de nutrientes. En los carbohidratos ocurre la desagregación de los gránulos de amilosa y amilopectina facilitando la acción enzimática, en las proteínas ocurre una alteración de las estructuras terciarias facilitando la digestión de las mismas. La pelletización reduce la segregación o separación de los diferentes ingredientes, garantizando un consumo balanceado de la ración todo el tiempo. También, existe un menor desperdicio, debido a que el animal no puede separar y consumir los ingredientes de mayor palatabilidad. Todos estos factores se combinan para mejorar la eficiencia alimentaria.

En coincidencia, Jensen y Becker (1965) resaltan que el procesamiento puede ser un factor determinante de la calidad de las raciones, habiendo evidencias de que la pelletización puede mejorar el valor nutritivo de los alimentos. La pelletización de los alimentos a base de maíz y harina de soja mejora la eficiencia de conversión (7 a 8%), tanto en racionamiento a voluntad como limitado. Parte de la mejora, probablemente, sea debida a un menor desperdicio de ración (Nicolaiewsky y Prates, 1987). Esto determinaría un posible mayor consumo real (menor desperdicio) de alimento para la

ración pelletizada. También Dinusson et al. (1956), cuando utilizaron raciones pelletizadas, obtuvieron una mejoría de la conversión alimenticia de 14 a 20% en relación a la ración en forma de harina. En línea con éstos resultados, Stark et al (1996), evaluando dietas pelletizadas y harinas en lechones destetados encontró una mejoría de la conversión alimenticia de 12% a favor de la ración pelletizada. Además de la mejor calidad nutricional de las raciones pelletizadas, también algunos autores se refieren al aspecto sanitario de las dietas. Pond y Maner (1976) demostraron que Salmonelas eran destruidas con el proceso de pelletización.

En general, los Coeficientes de Variación (%) para los índices productivos analizados concuerdan con los reportados por la alumna de doctorado Sandra R. F. Pinheiro UNESP - Jaboticabal y publicados en el libro; "Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos" (Sakomura y Rostagno, 2007). (Anexo V).

## Conclusiones

La utilización de alimentos pre-iniciadores bajo la presentación física Micropellet no evidenció diferencias significativas para las variables Consumo de Ración Diario (CRD) y Ganancia de Peso Diaria (GPD) respecto de la presentación física Harina cuando se analizaron conjuntamente los alimentos Fase 1 y Fase 2. Esto significa, que el patrón de crecimiento de lechones desde los 21 hasta los 39 días de edad no se vio influenciado significativamente por la presentación física de los alimentos pre-iniciadores. Aunque en general se observó mayor Ganancia de Peso Diaria (GPD) para los lechones que consumieron Micropellet.

Si se observaron diferencias significativas para el parámetro Ganancia de Peso Diaria (GPD) para el consumo de alimento Fase 2, a favor de la presentación física Micropellet, cuando se analizaron por separado ambas Fases.

Por otro lado, la utilización de alimentos pre-iniciadores bajo la presentación física Micropellet si evidenció diferencias significativas respecto de la presentación física Harina para el parámetro Conversión alimenticia (CA), siendo un 14% inferior para Micropellet. De ésta manera, los lechones que consumieron Micropellet, requirieron comer menor cantidad de kg de alimento por cada kg de peso vivo aumentado.

El Consumo de Ración Diario (CRD) del alimento Fase 1 fue bajo, independientemente de la presentación física del alimento, no observándose diferencias significativas entre éstas. Esto determinó un menor desempeño productivo al esperado para los lechones entre los 21 y 29 días de edad, evidenciado por los parámetros Ganancia de Peso Diaria (GPD) y Conversión Alimenticia (CA).

El confort ambiental del lechón como la correcta adaptación al consumo de alimentos sólidos, juegan un papel fundamental en el desempeño productivo en el post-destete.

## Bibliografía

- AGUILA, R. (2010). Nutrición rentable del lechón moderno (parte I).  
<http://www.engormix.com/MA-porcicultura/nutricion/articulos/nutricion-rentable-lechon-moderno-t3066/141-p0.htm>
- AGUILA, R. (2011). Los malos entendidos en el uso de pre-iniciadores.  
<http://www.engormix.com/MA-porcicultura/nutricion/foros/los-malos-entendidos-uso-t21830/141-p0.htm>
- ALLEE, G.L., Touchette, K.J. (1999). Efectos de la nutrición sobre la salud intestinal y el crecimiento de lechones. XV Curso de especialización FEDNA, España.
- BAIRD, D.M. (1973) *J. Anim. Sci.*. 36: 516-521.
- BELLAVER, C. & NONES, K. - EMBRAPA Suínos e Aves – Concórdia – SC. A importância da Granulometria, da Mistura e da Peletização da ração avícola. IV Simpósio Goiano de Avicultura. Abril 2000.
- BRAUDE, R., TOWNSEND, M.J. y ROWELL, J.G. (1960). *Journal Agriculture Science* 54: 274-277.
- CASANOVAS, C. (2006). Preparación de una papilla.  
[http://www.3tres3.com/consejos\\_de\\_manejo/preparacion-de-una-papilla\\_4053/](http://www.3tres3.com/consejos_de_manejo/preparacion-de-una-papilla_4053/)
- DEXAMIR, A., GEORGESCU, D. Effect of form of feed on performance of pigs for meat. I. Effect of pelleting mixed feed. *Lucrari Stintifice*. v.25, p. 13-18, 1982.
- DINUSON, W.E., NYSTUEM, P.A., BOLIM, D.W. Pelleted feeds for swine. III - Effects of crude fiber and kernel plumpness. *Journal of Animal Science*, v. 15, n. 4, p. 1256, 1956.
- ENCKEVORT, L.C., DENKAVIT, B.V., VOORTHVIZEN, C. (2001). Alimentación en el período post-destete. *Cerdos/Swine (México)*, 12(2):17
- FALK, D. (1985). Pelleting cost center. In: *Feed Manufacturing Technology III*. R.R. Mc Ellhiney, ed. American Feed Industry Assn. Arlington, VA.
- FAURE, J., LEFAUCHER, L., KOUBA, M., LEBRET, B. Croissance du porc à une température d'élevage basse: effets sur les performances et la composition corporelle. 2012. *Journées Recherche Porcine*, 44, 281-282.

FERRER, R., PEREZ, MIRTHA, GUZMAN, GIPSIS y GARCIA, A. (1990). Ventajas de la pelletización de los piensos en la profilaxis de la diarrea del cerdito. *Cienc. Téc. Agric., Ganado Porcino*. 4(13): 47-56.

FOWLER, W.R. (1980). The nutrition of weaned pigs. *Pigs News Info*, 1:11.

GABOSI, H. (2010). Gestión y control de los costos de alimentación porcina. <http://www.engormix.com/MA-porcicultura/manejo/articulos/gestion-control-costos-alimentacion-t2993/p0.htm>

GARCIA, G.G., SILVEIRA, J. (1995). Comparison between different shapes of ration in the performance of weaning pigs up to seventy days. *Cienc. Rural*. N. 1, pp. 151-156. ISSN 0103-8478.

GARCIA-CONTRERAS, A.C.; DE LOERA ORTEGA, Y.G.; YAGUE, A.P.; GUEVARA GONZALEZ, J.A.; GARCIA ARTIGA, C. (2012). Alimentación práctica del cerdo. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*. 6(1): 21-50.

GONZALEZ-COVIELLA, A. D. (2011). Manejo del programa de alimentación en lechones postdestete: Alimentación en grupos grandes de lechones. Aplicación práctica del choice feeding. [http://fundacionfedna.org/sites/default/files/11Cap\\_VII.pdf](http://fundacionfedna.org/sites/default/files/11Cap_VII.pdf)

HANCOCK, J. D. (1999). The benefits of pelleted feed on pig performance. *Feed Tech*. 6(3): 37-39.

HUERTA, R. Determinación de los parámetros de la producción porcina tecnificada en México. (Tesis de Doctorado en Ciencias Veterinarias). Universidad de Camagüey, Cuba (2004).

ITG ganadero. (2005). Parámetros de confortabilidad ambiental en explotaciones porcinas. [www.itgganadero.com/itg/portal/documentos.asp](http://www.itgganadero.com/itg/portal/documentos.asp)

JENSEN, A.H., BECKER, D.E. Effect of pelleting diets and dietary components on the performance of young pigs. *Journal of Animal Science*, v. 24, n. 2, p. 392-397, 1965.

KALDHUSDAL, M.I. (1999). *Proc. 12th European International Poultry Nutrition Symposium*. Veldhoven, Países Bajos. pp.: 301-310.

KURIHURA, Y., S. IKEDA, S. SUZUKI, S. SUKEMORI, and S. ITO. 1996. Effect of daily variation of environmental temperature on the growth and digestibility in piglets. *Japanese Journal of Swine Science* 33: 25-29.

LALLES, J.P., BOUNDARY, G., FAVIER, C., LE FLOC'H, N., LURON, I., MONTAGNE, L., *et al.* Gut function and dysfunction in young pigs: physiology. *Anim Res* 2004; 53:301-316.

LE DIVIDICH, J. (1981). Effects of environmental temperature on the growth rates of early weaned piglets. *Livestock Production Science* 8: 45-86.

LE DIVIDICH, J. (1998). Digestion in the Pig In: Proceedings of the 15th International Pig Veterinary Society (IPVS) Congress. International Pig Veterinary Society, págs. 299-308

LOPEZ, O., VELASQUEZ, M., CEDRE, R.J. y GUERRERO, J.L. (1980). Respuesta de cerdos criados en jaulas a diferentes sistemas de alimentación. *Cienc. Téc. Agric., Ganado Porcino*. 1 (3): 45.

MAENZ, D.D., PATIENCE, J.F and WOLYNETZ, M.S. (1994). The influence of the mineral level in drinking water and the thermal environment on the performance and intestinal fluid flux of newly-weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 72: 300-308.

MATEOS, G.G., GONZALEZ ALVARADO, J.M. y LAZARO, R. (2004). *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries*. T.P. Lyons y K.A. Jacques (Eds.). Nottingham University Press. Reino Unido. pp.: 69-77.

MAVROMICHALIS, I. (2011). Utilización práctica de papillas para lechones destetados.

[http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_MG%2FIMG\\_2011\\_235\\_42\\_43.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_MG%2FIMG_2011_235_42_43.pdf)

MEDEL, P., LATORRE, M.A., DE BLAS, C., LÁZARO, R. y MATEOS, G.G. (2004) *Anim. Feed Sci. Technology* 113: 127-140.

MILLARES, P. (2013). Producción y demanda de cerdos, firme.

<http://secciones.cienradios.com.ar/radiomitre/2013/10/02/produccion-y-demanda-de-cerdos-firme/>

MIYADA, V.S., LAVORENTI, A., PACKER, I.V. A levadura seca como ingrediente de rações fareladas ou peletizadas de leitões em recria. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 21, n. 3, p. 439-446, 1992.

MORA, L. M., GARCIA, A., MEDEROS, CARMEN M. y PILOTO, J. L. (1986). Efecto de dietas pelletizada y sin pelletizar con diferentes tamaños de partículas para cerdos de 0 a 33 días. Informe Técnico. Departamento de Nutrición. La Habana: Instituto de Investigaciones Porcinas.

MORAN ET. Pelleting: affects feed and its consumption. *Poultry Science*, 1987;5(1):30-37.

MOREIRA, I., ROSTAGNO, H.S., COSTA, P.M.A. et al. Ração farelada ou peletizada e tipo de milho, para leitão, no período de 21 a 42 dias. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1992, Lavras, Minas Gerais. Anais... Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 374 p. 576.

NICOLAIEWSKY. S., PRATES, E.R. Alimentos e Alimentação dos Suínos. 3 ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1987. 56 p.

NCR-42 (1969) *J. Anim. Sci.* 29: 927-934.

PLUSKE, J.R., WILLIAMS, I.H., AHERNE, F.X. Nutrition of the neonatal pig. In: VARLEY MA, editor. *The neonatal pig: development and survival*. Wallingford, UK: CAB International, 1995:187-235.

POND, W.G., MANER, J.H. Producción de cerdos en climas templados y tropicales. Zaragoza: Acribia, 1976. 875 p.

SAKOMURA, N. K., ROSTAGNO, H. S. (2007). *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos*. Jaboticabal, FUNEP – Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 1ª edição, 2007, pág 39.

SCHMIDT, A., COLDEBELLA, A., GUSTAVO J.M.M. de LIMA (2004). Método Embrapa de Avilação de Peletização. Comunicado Técnico 369. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Dezembro 2004. Concórdia-SC.

SKOCH, E.R., BINDER, S.F., DEYOE, C.W., ALLEE, G.L. y BEHNKE, K.C. (1983) *J. Anim. Sci.* 57: 922-928.

SMITS, B., JONGBLOED, A.W. y SEBEK, L.B.J. (1994) *Anim. Feed Sci. Techn.* 45: 349-362.

STARK, C.R. (1994). Ph.D.mDissertation. Kansas State University. Manhattan.

SVIHUS, B., ZIMONJA, O. (2011). *Chemical alterations with nutritional consequences due to pelleting animal feeds: a review*. *Animal Production Science*, 2011, 51, 590–596.

TOLPLIS, P. y TIBBLE, S. (1995) Appetite management of the pig. Beyond diet formulation. En: *Proceedings of the 1995 Saskatchewan Pork Industry Symposium*, Saskatoon, Canadá, pp: 23-33.

TORRELARDONA, S. y SOLER, J. Potencial genético y alimentación óptima por fases en porcino. Factores que afectan la eficiencia y la calidad en el porcino. *Vic.* 2001, vol. 56.

TRAYLOR, S.L., BEHNKE, K.C., HANCOCK, J.D., SORRELL, P., FAIRCHILD, F.J. y HINES, R.H. (1996 a) *Kansas State University Swine Day Proceedings*. Manhattan, Kansas, EEUU. pp.: 145-148.

TRAYLOR, S.L., BEHNKE, K.C., HANCOCK, J.D., SORRELL, P. y HINES, R.H. (1996 b) *J. Anim. Sci.* 74 (Suppl. 1): 67.

VANSCHOUBROEK, F., y DE WILDE, R.C. (1971) Hoja técnica Lohmann Tierernährung. Cuxhaven, Alemania. pp 129-146.

VAN SPAENDONCK, R.L., VAN SCHOUBROEK. F.X. Comparison of meal and pellets for intake weight gain and feed efficiency of suckling pigs. *Animal Zootechnique*. n. 14, p. 341-351, 1966.

WHITTEMORE, C. *Ciencia y práctica de la producción porcina*. Zaragoza, Acribia, 1ª edición, 1993, pág. 391.

WONDRA, K.J., HANCKOCK, J.D., BEHNKE, K.C., HINES, R.H. y STARK, C.R. (1995) *J. Anim. Sci.* 73: 757-763.

## Anexos

Anexo I: Esquema del galpón de recría

**Esquema 1.** Galpón de recría.

PASILLO					
A1	B1	C1	D1	E1	F1
A2	B2	C2	D2	E2	F2

Referencias:

	Cortinas laterales
	Pared de ladrillo
	Separación de hierro (70 cm altura)

Anexo II: Composición nutricional pre-iniciadores

**Tabla 7.** Composición nutricional de alimentos pre-iniciadores Fase 1 y Fase 2.

		Fase 1	Fase 2
<b>Proteína Bruta</b>	%	20,00	21,00
<b>Energía Metabólica</b>	Kcal/kg	3325	3325
<b>Lisina Total</b>	%	1,620	1,450
<b>Lisina Digestible</b>	%	1,520	1,330
<b>Metionina Total</b>	%	0,437	0,392
<b>Metionina Digestible</b>	%	0,426	0,372
<b>Triptófano Total</b>	%	0,275	0,247
<b>Triptófano Digestible</b>	%	0,258	0,226
<b>Treonina Total</b>	%	1,085	0,972
<b>Treonina Digestible</b>	%	0,958	0,838
<b>Calcio</b>	%	0,888	0,825
<b>Fósforo Total</b>	%	0,710	0,650
<b>Fósforo Digestible</b>	%	0,560	0,450
<b>Lactosa</b>	%	12,00	10,00

<b>Sodio</b>	%	0,280	0,230
<b>Cloro</b>	%	0,250	0,220

Anexo III: Índices productivos esperados

**Tabla 8.** Índices productivos esperados para el consumo de Fase 1 y Fase 2.

	<b>CRD (kg/día)</b>	<b>GPD (kg/día)</b>	<b>CA (kg alimento/kg ganancia de peso)</b>
<b>Fase 1</b>	0,250	0,250	1:1
<b>Fase 2</b>	0,455	0,380	1,2:1

\* CRD: Consumo de Ración Diaria - GPD: Ganancia de Peso Diaria - CA: Conversión Alimenticia. Estos índices son los esperados bajo adecuadas condiciones de producción (Temperatura, calidad de aire, sanidad).

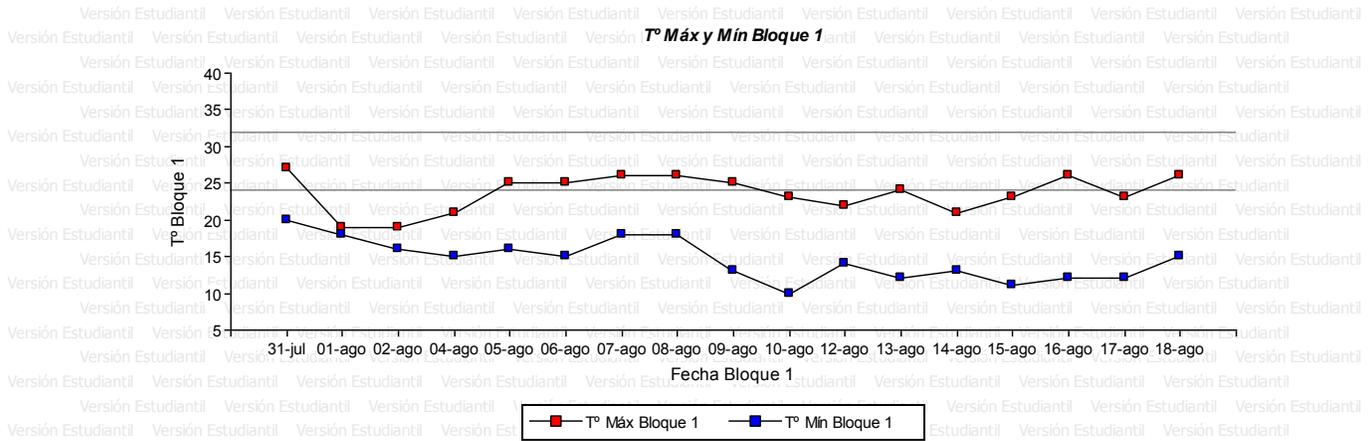
Anexo IV: Temperaturas óptimas para lechones y registros de Temperaturas Máximas y Mínimas.

**Tabla 9.** Temperaturas críticas y zonas de confort térmico. Pos-destete (destete a 3 semanas). (ITG ganadero, 2005).

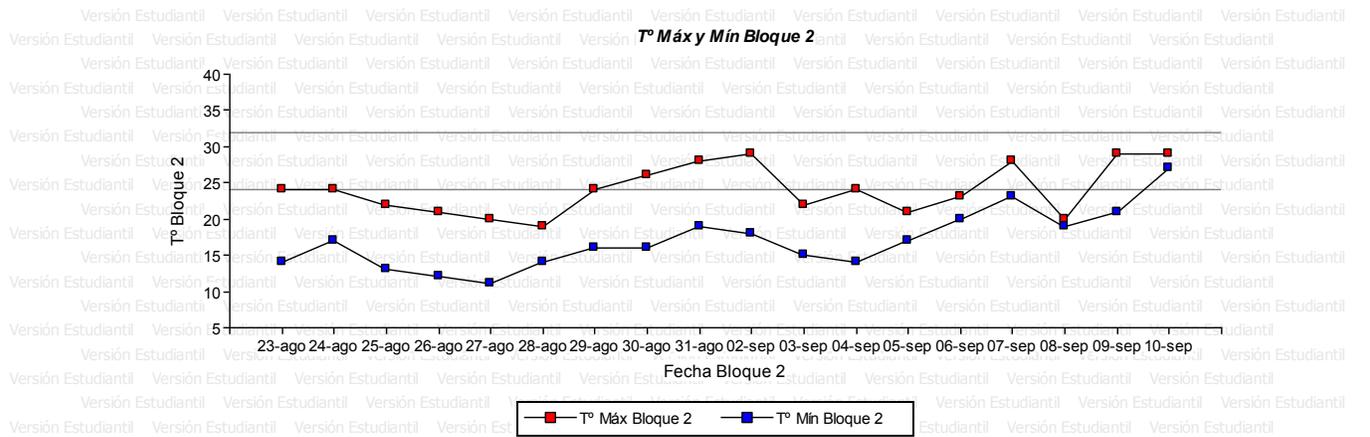
<b>Semana pos- destete</b>	<b>TCi</b>	<b>TCs</b>
<b>1</b>	28	32
<b>2</b>	27	31
<b>3</b>	24	31
<b>4</b>	22	30
<b>5</b>	20	28
<b>6</b>	19	27
<b>7</b>	18	26

\*TCi: Temperatura Crítica inferior. TCs: Temperatura Crítica superior.

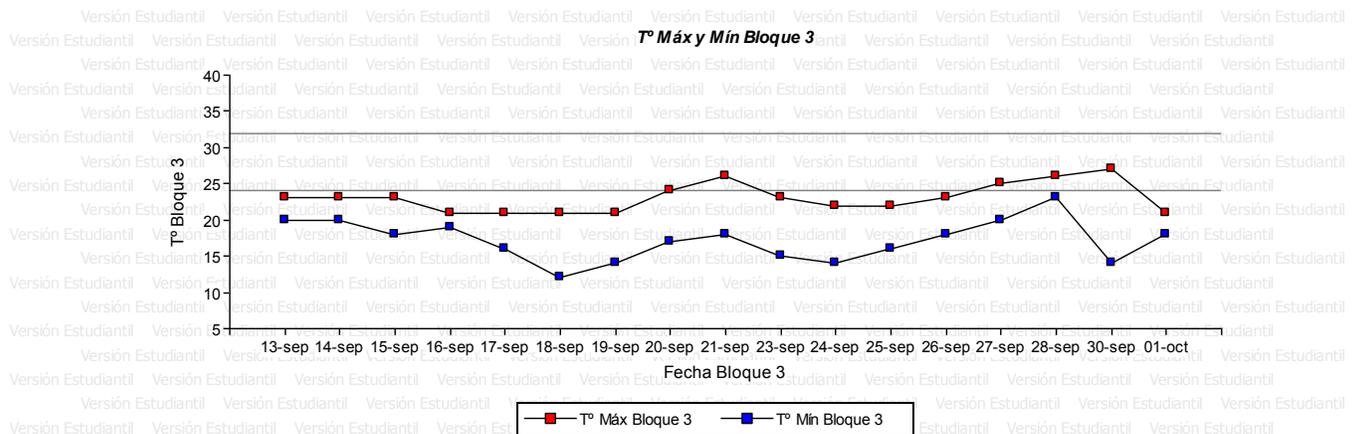
**Figura 7. T° Máximas y Mínimas registradas durante el ensayo para el bloque 1.**



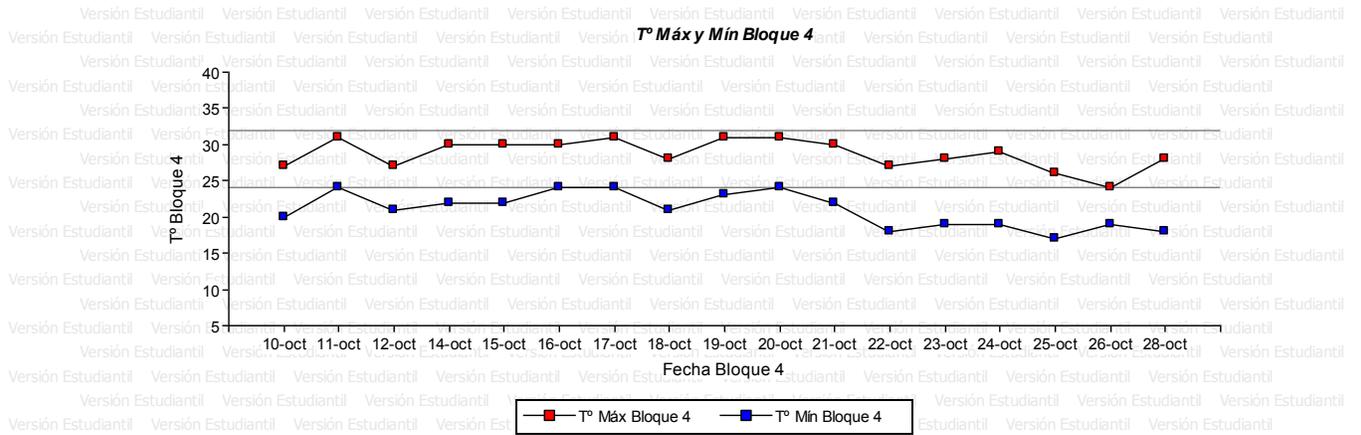
**Figura 8. T° Máximas y Mínimas registradas durante el ensayo para el bloque 2.**



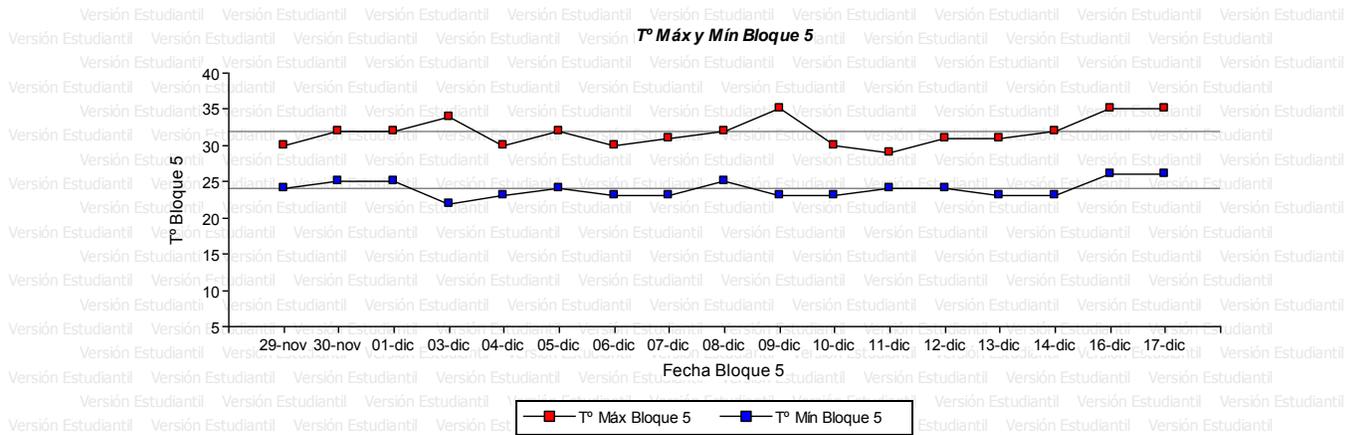
**Figura 9. T° Máximas y Mínimas registradas durante el ensayo para el bloque 3.**



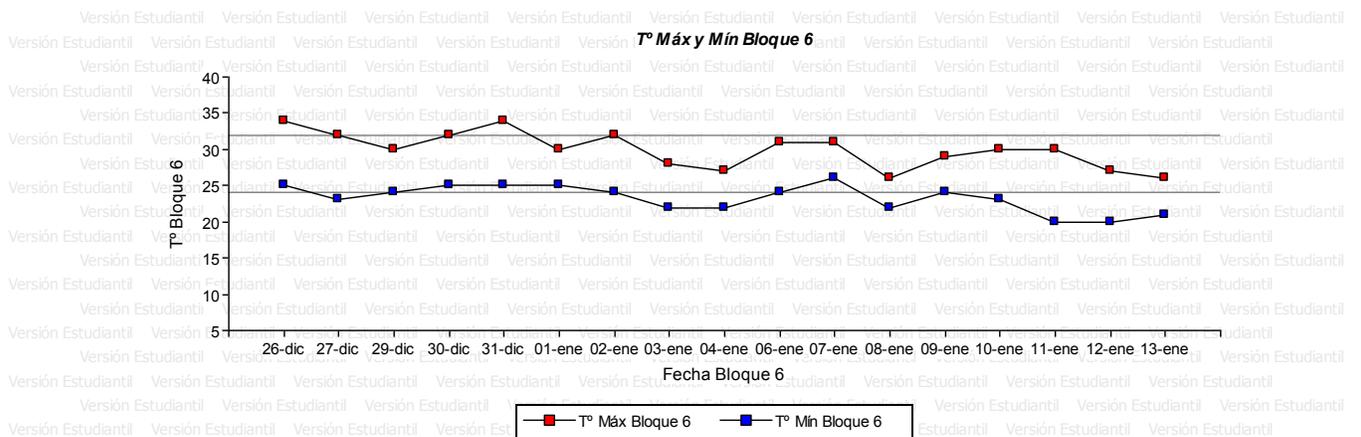
**Figura 10. T° Máximas y Mínimas registradas durante el ensayo para el bloque 4.**



**Figura 11. T° Máximas y Mínimas registradas durante el ensayo para el bloque 5.**



**Figura 12. T° Máximas y Mínimas registradas durante el ensayo para el bloque 6.**



Anexo V: Coeficientes de Variación (%).

**Tabla 10.** N° de trabajos, valores mínimos, máximos y medios de los Coeficientes de Variación (%) para las variables de desempeño revisadas en los trabajos con porcinos de acuerdo con las fases de crianza.

Fases	Variable	Nº Trab.	Coeficiente de Variación (%)		
			Media	Mín.	Máx.
Lechones	Ganancia Diaria de Peso (g/día) (0-14 días)	9	17,31	3,4	33,9
	Ganancia Diaria de Peso (g/día) (15-35 días)	9	8,99	6,5	11,2
	Ganancia Diaria de Peso (g/día) (0-35 días)	16	10,66	3,2	24,1
Crecimiento	Ganancia Diaria de Peso Total (g/día)	38	9,2	2,38	20,9
	Consumo Diario de Ración (g/día)	38	8,43	3,95	17,1
	Conversión Alimentaria (g/g)	26	6,33	2,6	12,8
	Eficiencia Alimentaria	8	6,72	2,4	14,8
Terminación	Ganancia Diaria de Peso Total (g/día)	7	10,96	6,87	16,3
	Consumo Diario de Ración (g/día)	7	8,29	4,38	13,5
	Eficiencia Alimentaria	5	7,93	3,61	15,6

Análisis descriptivo realizado por la alumna de doctorado UNESP - Jaboticabal - Sandra R. F. Pinheiro.

Anexo VI: Análisis estadístico

**Resultados**

Alimento Fase I

**Tabla 11.** Anova para Peso al destete (peso de inicio).

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso destete (kg/lechón)	12	0,93	0,85	3,04

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,53	6	0,42	11,54	0,0084
Tratamiento	0,11	1	0,11	3,14	0,1366
Bloque	2,42	5	0,48	13,22	0,0066
Error	0,18	5	0,04		
Total	2,72	11			

**Tabla 12.** Anova para Días de lactancia promedio al destete.  
Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Días lactancia prom	12	0,81	0,58	1,93

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,60	6	0,60	3,51	0,0946
Tratamiento	0,12	1	0,12	0,69	0,4440
Bloque	3,49	5	0,70	4,08	0,0746
Error	0,86	5	0,17		
Total	4,46	11			

**Tabla 13.** Anova para Consumo de Ración Diario (CRD) durante el consumo de alimento Fase 1.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CRD (kg/día)	12	0,77	0,50	14,01

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	6	1,7E-03	2,84	0,1359
Tratamiento	1,5E-03	1	1,5E-03	2,56	0,1702
Bloque	0,01	5	1,7E-03	2,90	0,1340
Error	3,0E-03	5	5,9E-04		
Total	0,01	11			

**Tabla 14.** Anova para Ganancia de Peso Diaria (GPD) durante el consumo de alimento Fase 1.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GPD (kg/día)	12	0,68	0,29	25,18

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	6	1,8E-03	1,76	0,2749
Tratamiento	2,4E-04	1	2,4E-04	0,24	0,6423
Bloque	0,01	5	2,1E-03	2,07	0,2221
Error	0,01	5	1,0E-03		
Total	0,02	11			

**Tabla 15.** Anova para Conversión Alimenticia (CA) durante el consumo de alimento Fase 1.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CA	12	0,75	0,46	10,46

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,34	6	0,06	2,55	0,1615
Tratamiento	0,16	1	0,16	7,39	0,0419
Bloque	0,17	5	0,03	1,58	0,3128
Error	0,11	5	0,02		
Total	0,45	11			

Alimento Fase 2

**Tabla 16.** Anova para Consumo de Ración Diario (CRD) durante el consumo de alimento Fase 2.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CRD (kg/día)	12	0,57	0,05	8,38

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	6	1,9E-03	1,09	0,4730
Tratamiento	1,3E-06	1	1,3E-06	7,7E-04	0,9789
Bloque	0,01	5	2,2E-03	1,31	0,3885
Error	0,01	5	1,7E-03		
Total	0,02	11			

**Tabla 17.** Anova para Ganancia de Peso Diaria (GPD) durante el consumo de alimento Fase 2.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GPD (kg/día)	12	0,87	0,72	6,53

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,02	6	4,2E-03	5,77	0,0370
Tratamiento	0,01	1	0,01	17,40	0,0087
Bloque	0,01	5	2,5E-03	3,44	0,1007
Error	3,6E-03	5	7,2E-04		
Total	0,03	11			

**Tabla 18.** Anova para Conversión Alimenticia (CA) durante el consumo de alimento Fase 2.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CA	12	0,81	0,58	5,15

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,08	6	0,01	3,52	0,0945
Tratamiento	0,08	1	0,08	19,04	0,0073
Bloque	0,01	5	1,7E-03	0,41	0,8237
Error	0,02	5	4,0E-03		
Total	0,11	11			

*Total (incluye Fase 1 y Fase 2)*

**Tabla 19.** Anova para Consumo de Ración Diario (CRD) total, incluyendo el consumo de ambas fases de alimento (Fase 1 y Fase 2).

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CRD (kg/día)	12	0,63	0,18	8,17

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	6	1,2E-03	1,39	0,3666
Tratamiento	1,2E-04	1	1,2E-04	0,14	0,7203
Bloque	0,01	5	1,4E-03	1,64	0,2995
Error	4,2E-03	5	8,4E-04		
Total	0,01	11			

**Tabla 20.** Anova para Ganancia de Peso Diaria (GPD) total, incluyendo el consumo de ambas fases de alimento (Fase 1 y Fase 2).

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GPD (kg/día)	12	0,79	0,54	8,89

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	6	2,0E-03	3,18	0,1125
Tratamiento	3,7E-03	1	3,7E-03	5,96	0,0586
Bloque	0,01	5	1,6E-03	2,62	0,1566
Error	3,1E-03	5	6,3E-04		
Total	0,02	11			

**Tabla 21.** Anova y Test de Tukey para Conversión Alimenticia (CA) total, incluyendo el consumo de ambas fases de alimento (Fase 1 y Fase 2).

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CA	12	0,96	0,91	2,54

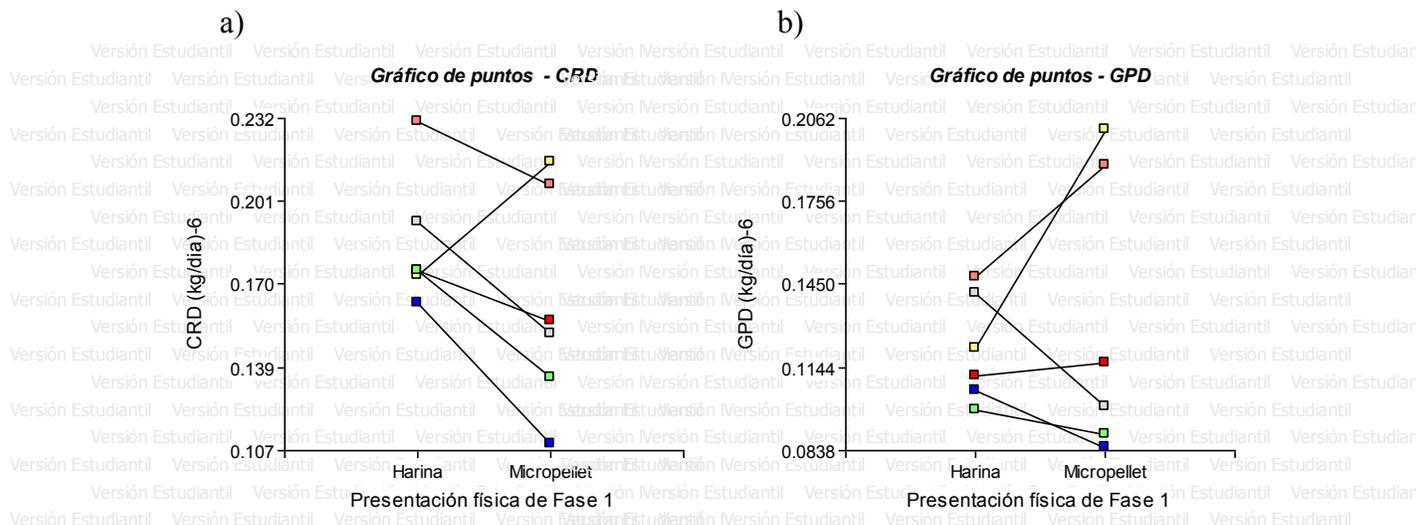
**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

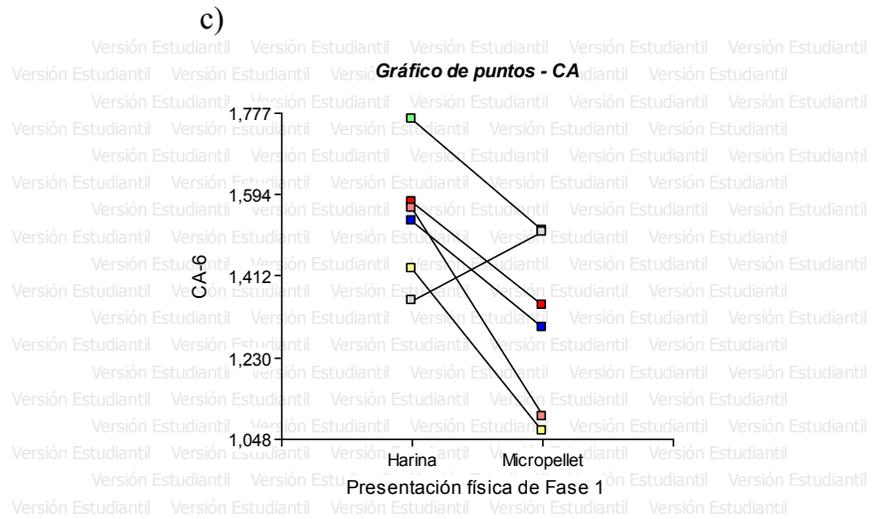
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,11	6	0,02	18,63	0,0028
Tratamiento	0,10	1	0,10	96,28	0,0002
Bloque	0,02	5	3,2E-03	3,10	0,1199
Error	0,01	5	1,0E-03		
Total	0,12	11			

**Supuestos del modelo**

Paralelismo – Gráfico de puntos

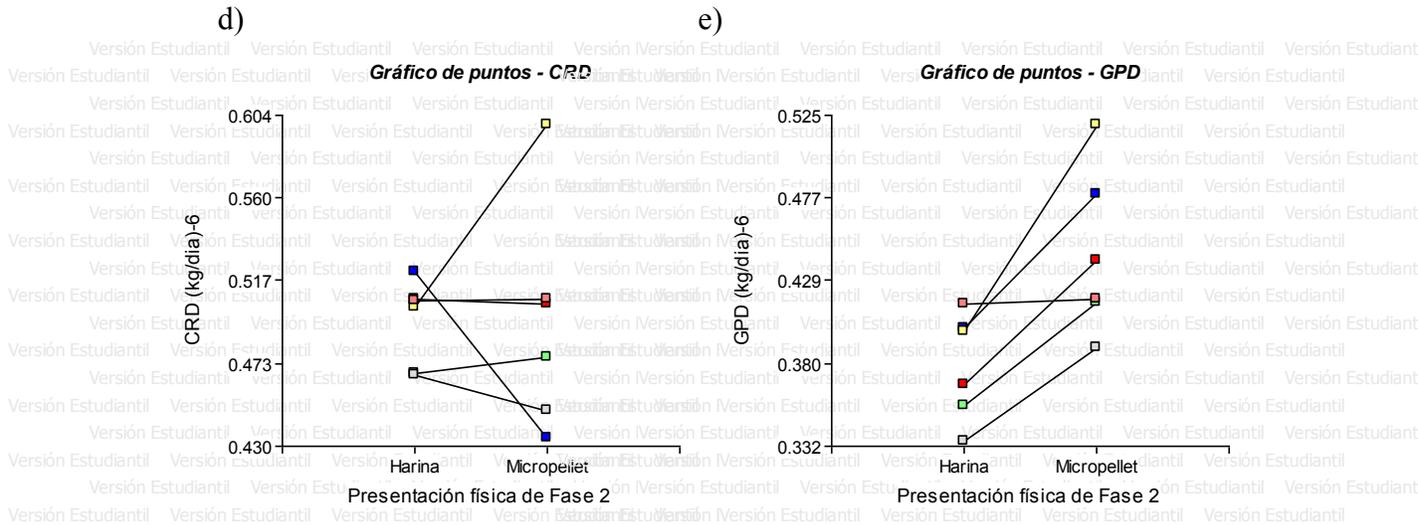
Alimento Fase 1

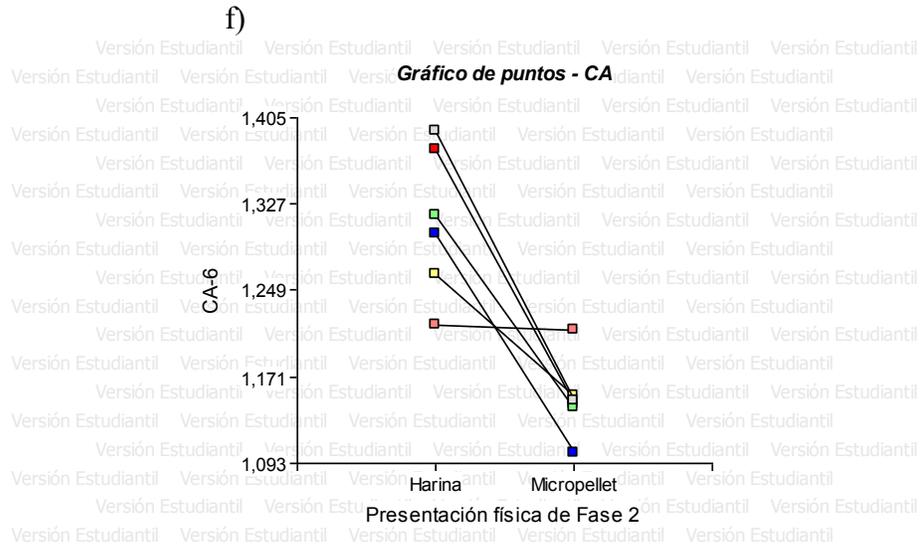




**Figura 13.** Gráfico de puntos para paralelismo, para el consumo de alimento Fase 1.  
 a) Consumo de Ración Diaria (CRD), b) Ganancia de Peso Diaria (GPD), c) Conversión Alimenticia (CA).

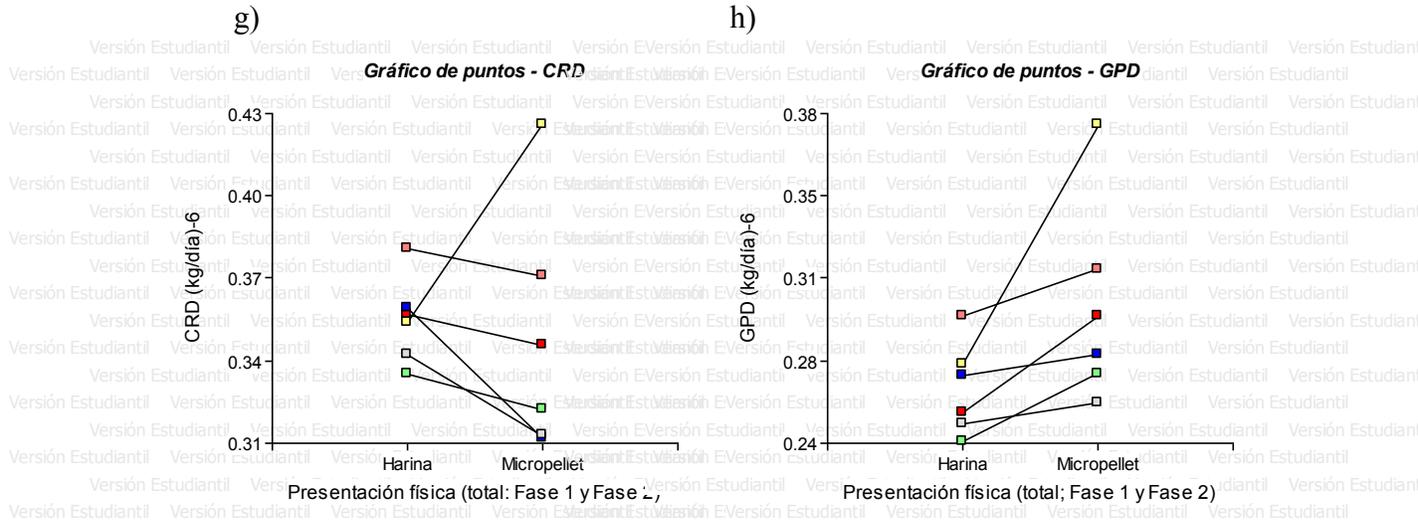
Alimento Fase 2



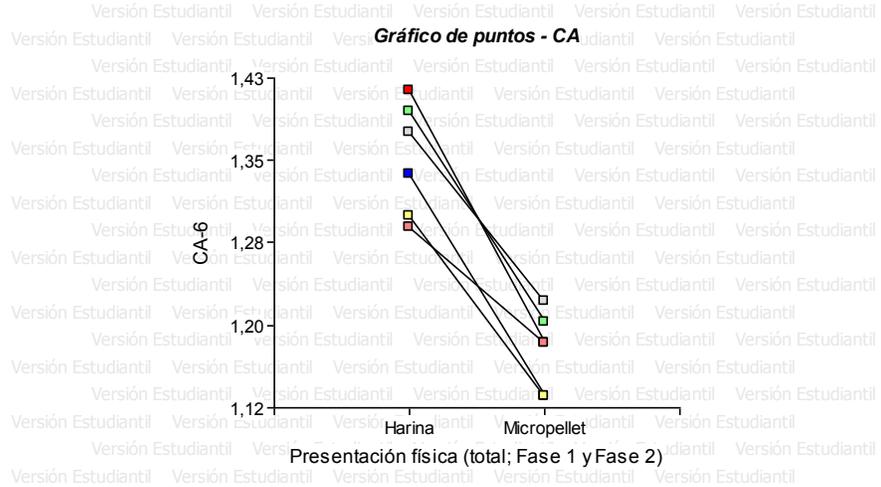


**Figura 14.** Gráfico de puntos para paralelismo, para el consumo de alimento Fase 2. d) Consumo de Ración Diaria (CRD), e) Ganancia de Peso Diaria (GPD), f) Conversión Alimenticia (CA).

*Total (incluye Fase 1 y Fase 2)*



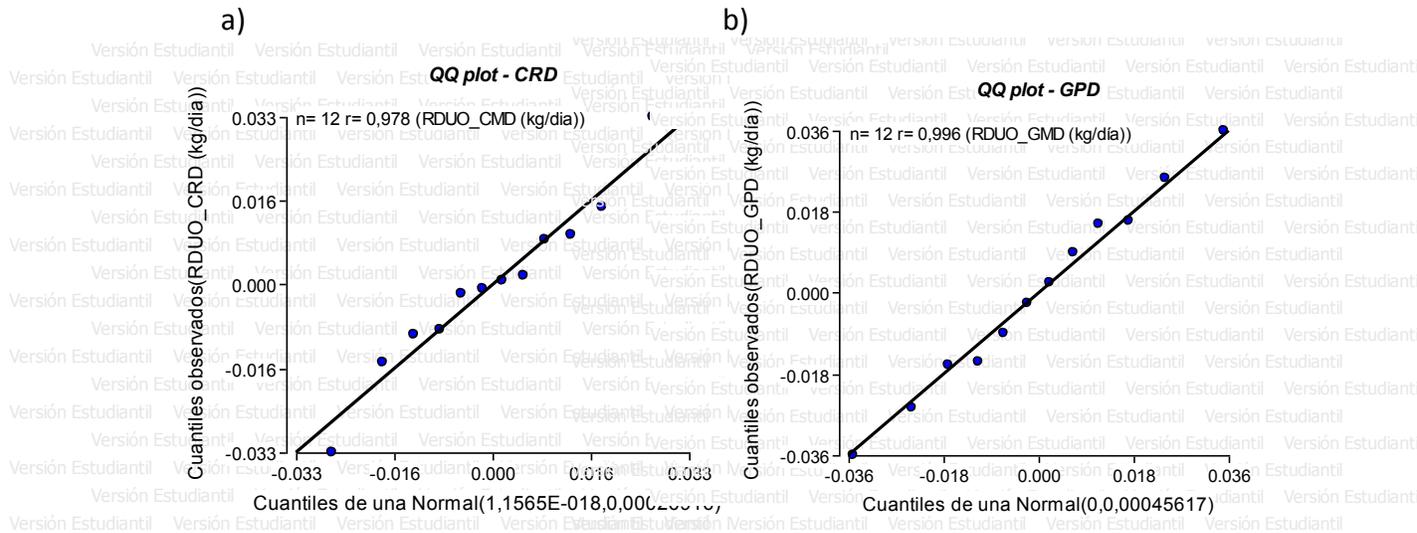
i)

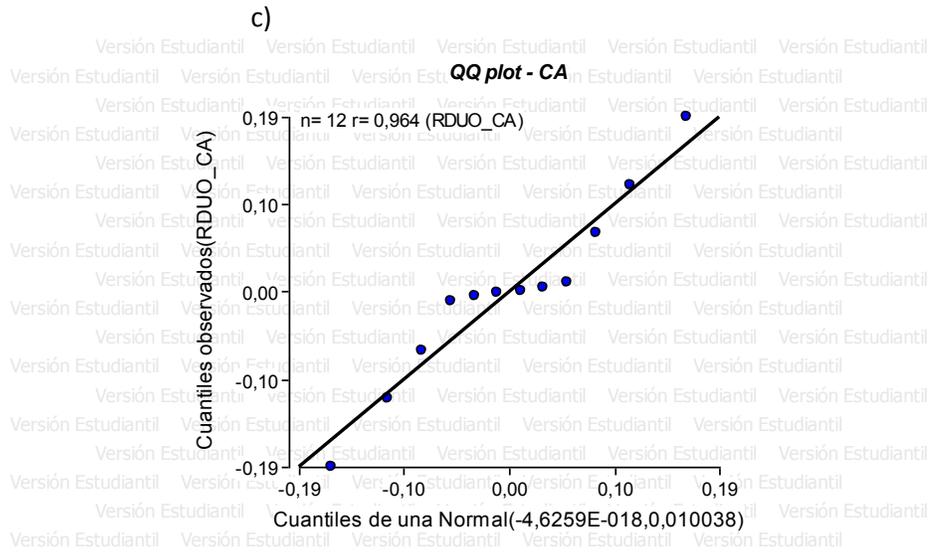


**Figura 15.** Gráfico de puntos para paralelismo, para el consumo total de alimentos (Fase 1 y Fase 2). g) Consumo de Ración Diario (CRD), h) Ganancia de Peso Diaria (GPD), i) Conversión Alimenticia (CA).

Normalidad – QQ plot

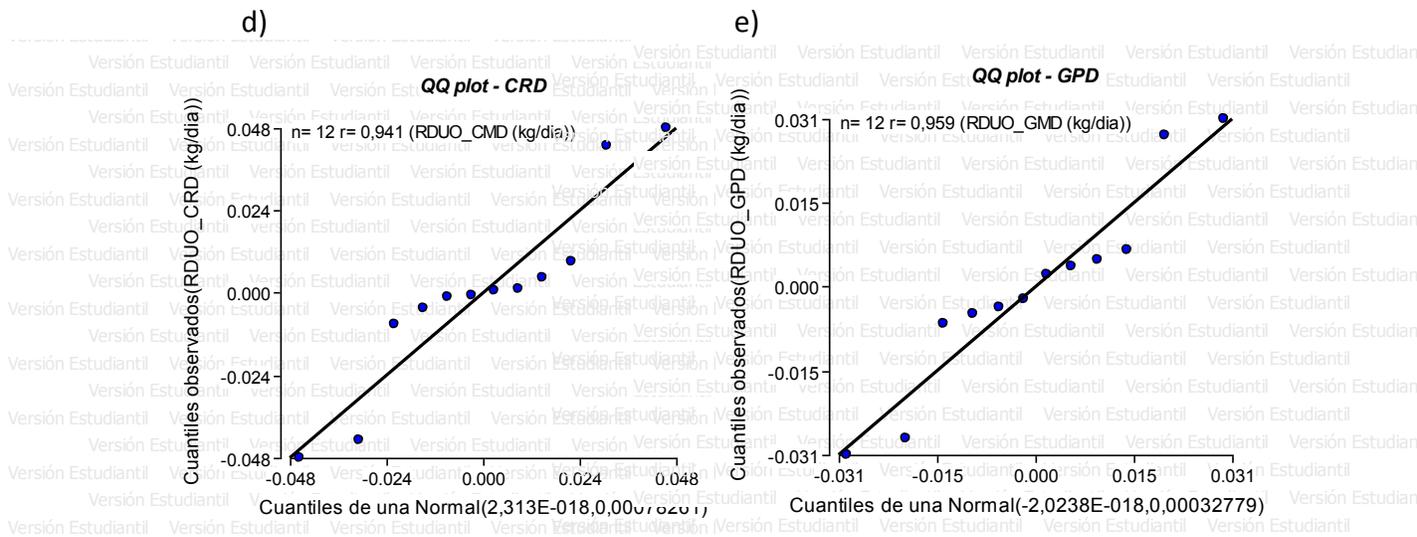
Alimento Fase 1



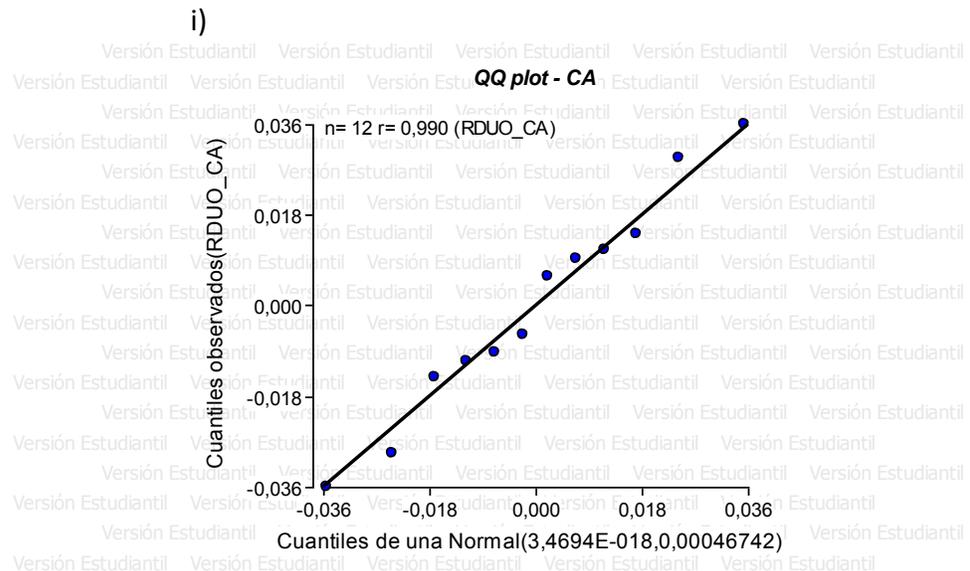


**Figura 16.** QQ plot para normalidad, para el consumo de alimento Fase 1. a) Consumo de Ración Diaria (CRD), b) Ganancia de Peso Diaria (GPD), c) Conversión Alimenticia (CA).

Alimento Fase 2







**Figura 18.** Gráfico de puntos para paralelismo, para el consumo total de alimentos (Fase 1 y Fase 2). g) Consumo de Ración Diario (CRD), h) Ganancia de Peso Diaria (GPD), i) Conversión Alimenticia (CA).

### Normalidad – Shapiro-Wilks

#### Alimento Fase 1

**Tabla 22.** Prueba de normalidad Shapiro – Wilks. a) Consumo de Ración Diario (CRD), b) Ganancia de Peso Diaria (GPD), c) Conversión Alimenticia (CA).

a)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO CRD (kg/día)	12	0,00	0,02	0,99	0,9970

b)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO GPD (kg/día)	12	0,00	0,02	0,97	0,9133

c)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO CA	12	0,00	0,10	0,96	0,8220

Alimento Fase 2

**Tabla 23.** Prueba de normalidad Shapiro – Wilks. d) Consumo de Ración Diario (CRD), e) Ganancia de Peso Diaria (GPD), f) Conversión Alimenticia (CA).

d)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO CRD (kg/día)	12	0,00	0,03	0,89	0,2016

e)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO GPD (kg/día)	12	0,00	0,02	0,91	0,3864

f)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO CA	12	0,00	0,04	0,99	0,9940

Total (incluye Fase 1 y Fase 2)

**Tabla 24.** Prueba de normalidad Shapiro – Wilks. g) Consumo de Ración Diario (CRD), h) Ganancia de Peso Diaria (GPD), i) Conversión Alimenticia (CA).

g)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO CRD (kg/día)	12	0,00	0,02	0,97	0,9462

h)

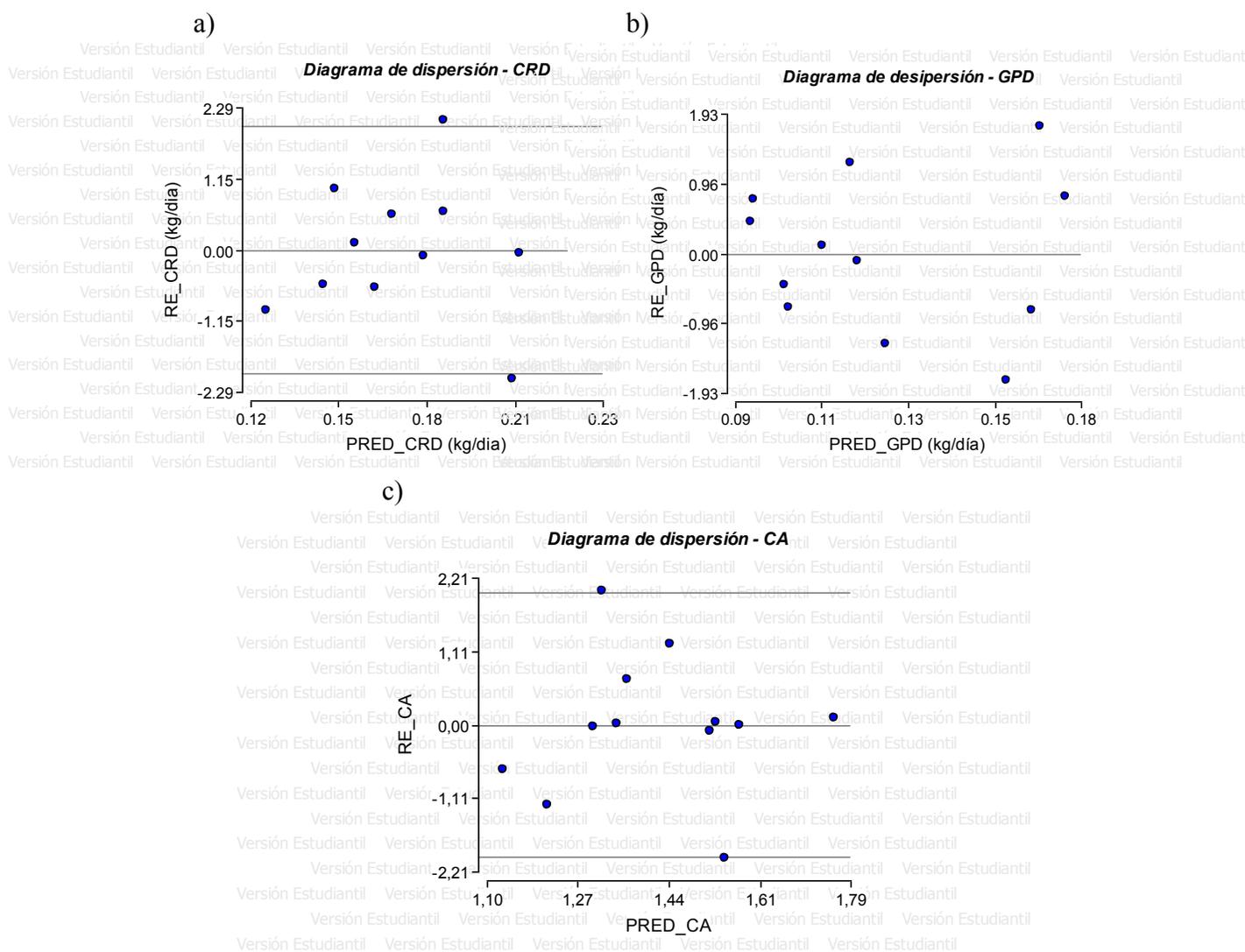
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO GPD (kg/día)	12	0,00	0,02	0,99	0,9921

i)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO CA	12	0,00	0,02	0,96	0,8089

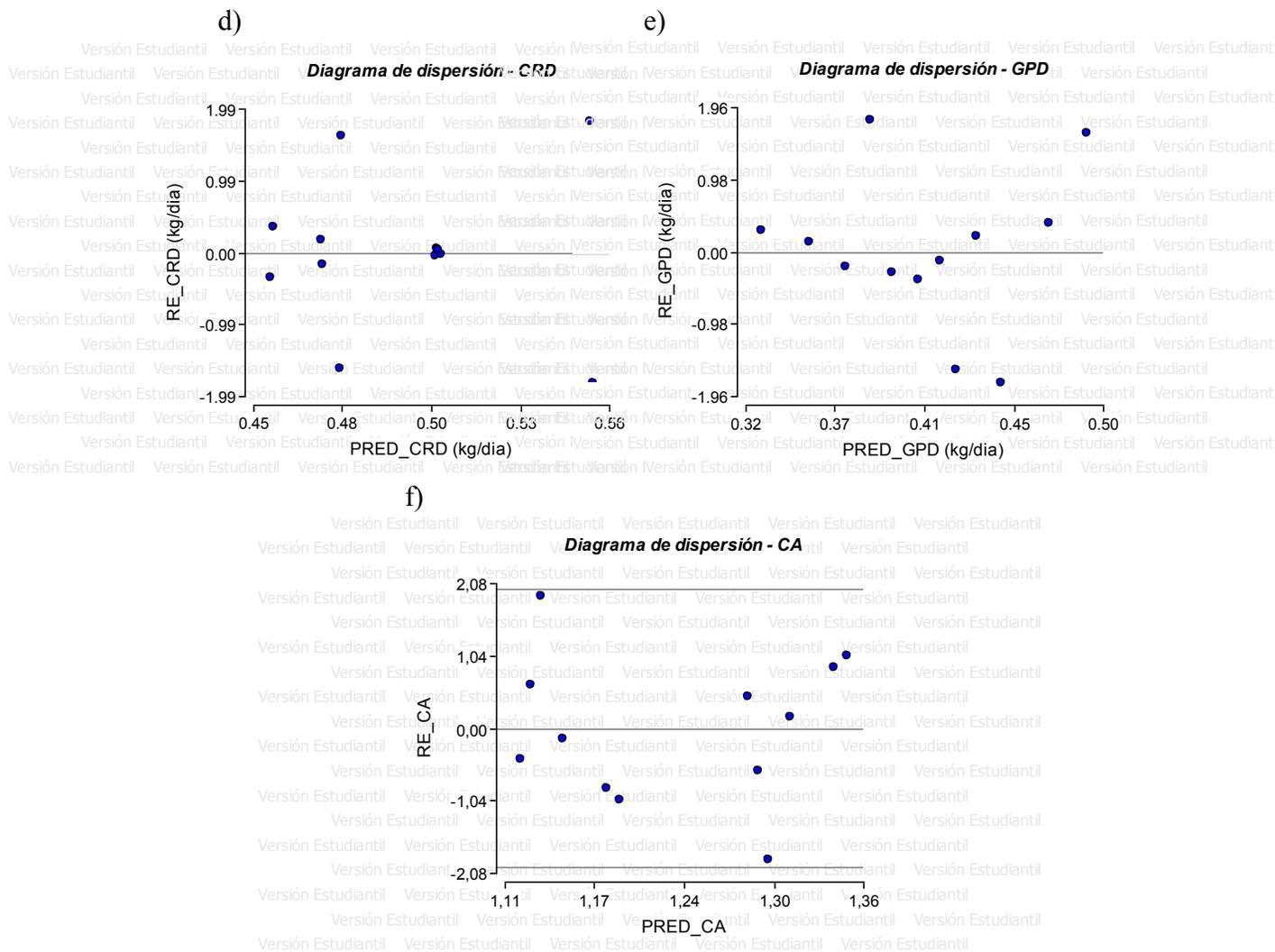
## Homoedasticidad – Diagrama de dispersión

### Alimento Fase 1



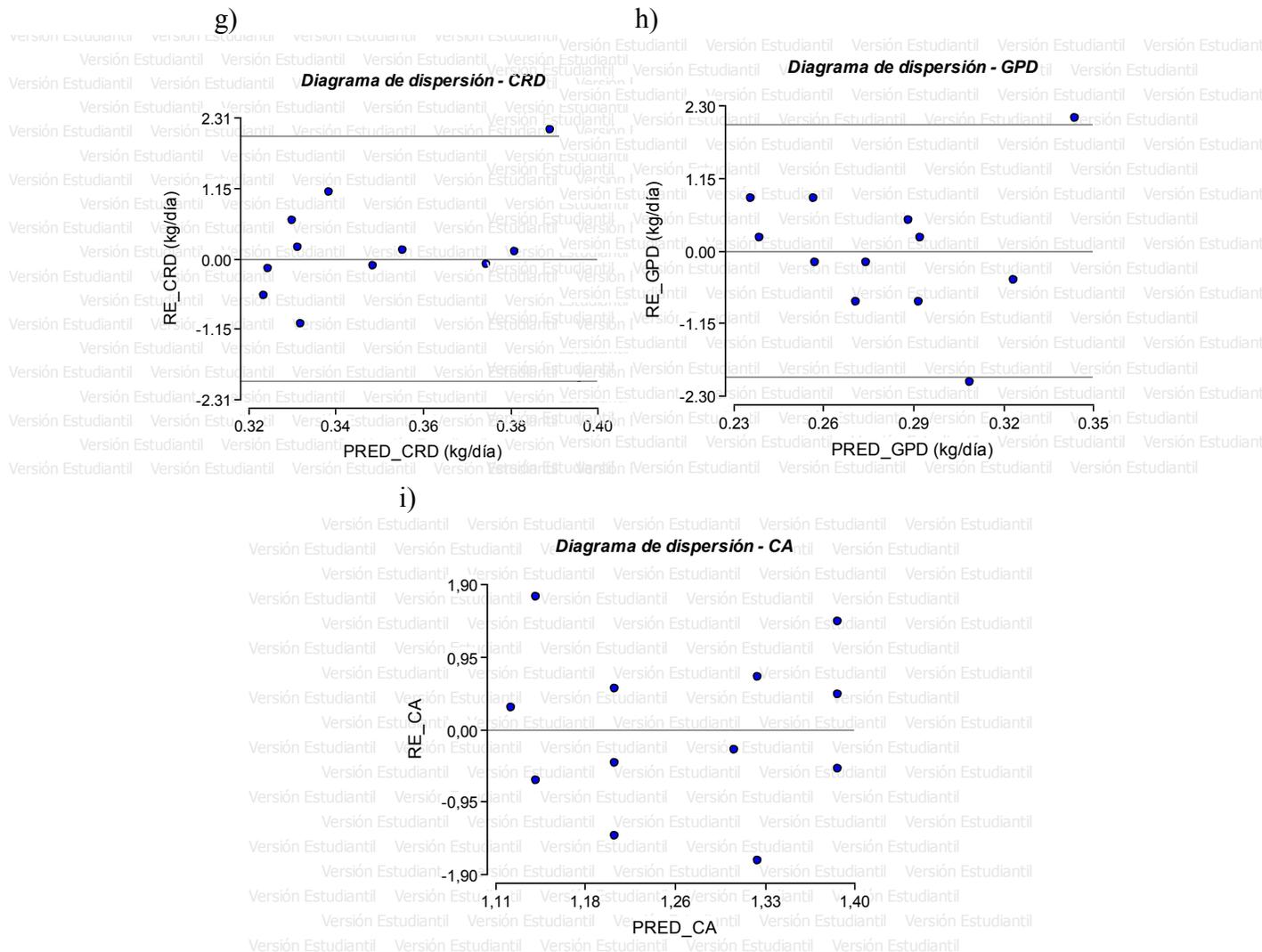
**Figura 19.** Diagrama de dispersión para homoedasticidad, para el consumo de alimento Fase 1. a) Consumo de Ración Diario (CRD), b) Ganancia de Peso Diaria (GPD), c) Conversión Alimenticia (CA).

Alimento Fase 2



**Figura 20.** Diagrama de dispersión para homocedasticidad, para el consumo de alimento Fase 2. d) Consumo de Ración Diario (CRD), e) Ganancia de Peso Diaria (GPD), f) Conversión Alimenticia (CA).

Total (incluye Fase 1 y Fase 2)



**Figura 21.** Diagrama de dispersión para homocedasticidad, para el consumo total de alimentos (Fase 1 y Fase 2). g) Consumo de Ración Diario (CRD), h) Ganancia de Peso Diaria (GPD), i) Conversión Alimenticia (CA).

Anexo VII: Fotografías

**Foto 1.** Pesada de lechones destetados.



**Foto 2.** Galpón de Recría.



**Foto 3.** Pasillo del galpón de Recría.



**Foto 4.** Comienzo del ensayo, sala F (F1 adelante y F2 atrás).



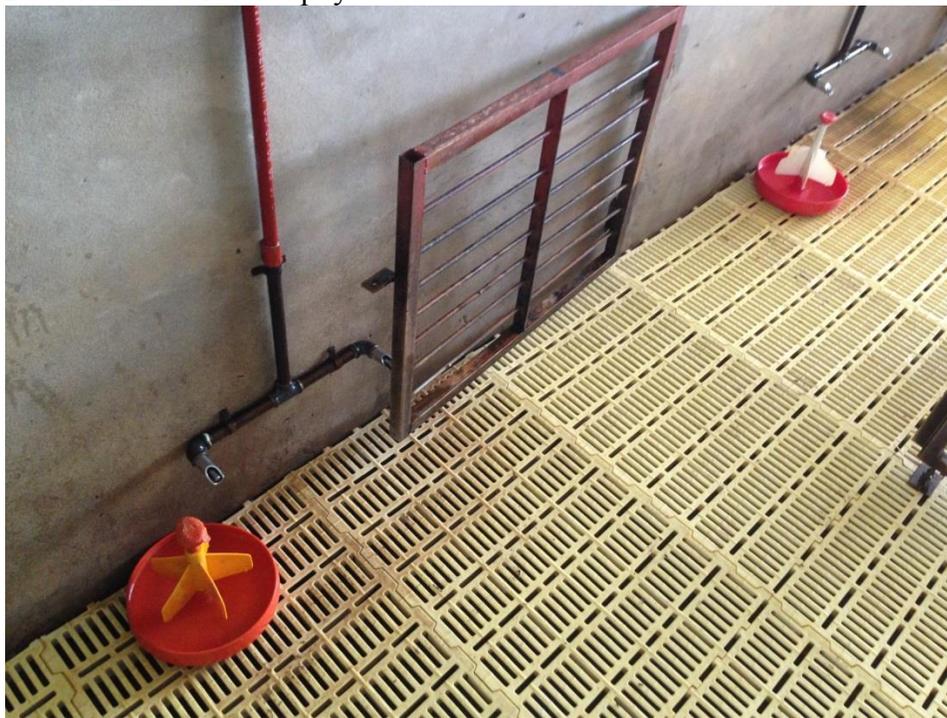
**Foto 5.** Termómetro de máxima y de mínima.



**Foto 6.** Comedero de apoyo.



**Foto 7.** Bebederos de apoyo.



**Foto 8.** Alimento Fase 1 presentación física Micropellet.



**Foto 9.** Alimento Fase 1 presentación física Harina.

